

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉTUDE DE L'INTERFACE UTILISATEUR D'UN SYSTÈME PORTÉ AU POIGNET
NON MUNI D'ÉCRAN

PATRICIA NADEAU

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE INDUSTRIEL)

MAI 2017

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé :

ÉTUDE DE L'INTERFACE UTILISATEUR D'UN SYSTÈME PORTÉ AU POIGNET
NON MUNI D'ÉCRAN

présenté par : NADEAU Patricia

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

M. DESMARAIS Michel, Ph. D. président

M. ROBERT Jean-Marc, Doctorat, membre et directeur de recherche

M. DE ABREU CYBIS Walter, Doctorat, membre

REMERCIEMENTS

L'aventure du bracelet Nex a été des plus enrichissantes, mais aussi des plus exigeantes. Le contexte était pour le moins exceptionnel : un projet de système porté conçu à Montréal par une jeune entreprise en démarrage fondée par deux Américains qui ne parlaient pas encore français à ce moment-là. Il m'aurait été impossible de tenir le coup jusqu'au fil d'arrivée sans le support d'une poignée de gens compétents.

Tout d'abord, j'aimerais remercier le partenaire industriel Mighty Cast et l'organisme de financement MITACS sans lesquels le projet n'aurait pas pu exister. Un merci plus particulier à Pierre des Lierres pour avoir facilité le processus. Je remercie aussi les 24 participants de l'étude qui se sont montrés coopératifs et enthousiastes.

To Adam and Belinda from Mighty Cast. May the Nex be with you! I wish you the best.

À Jean-François Lavigne, mon mentor. Un grand merci pour m'avoir prise sous ton aile et intégrée à l'équipe de Mighty Cast. JF, cette belle aventure a commencé grâce à toi.

À Jean-Marc Robert, mon directeur de recherche. Merci d'avoir tenu bon à mes côtés pendant que vous avez livré une grande bataille. Jean-Marc, vous êtes une source d'inspiration.

À Alain Robillard-Bastien et Gabrielle Granger de Ergoweb. Merci pour votre aide, vos bons conseils durant le projet et surtout, vos intarissables encouragements. Mes amis, je vous salue.

À Buddy, mon chien. Merci de m'avoir tenu compagnie en ronflant sur le futon pendant mes nuits blanches de rédaction. Bon chien.

À mon conjoint. Mon amour, j'écris ces mots alors que nous célébrons nos 15 ans. Ça prouve à quel point tu es un partenaire de vie formidable. Merci d'être le vent sous mes ailes. Je t'aime!

RÉSUMÉ

À ce jour, concevoir l'interface d'un système porté au poignet demeure un défi. L'acceptation par la masse des utilisateurs est freinée par de nombreux obstacles. Il y a peu d'études sur la façon de concevoir efficacement ces interfaces émergentes. Les quelques études sur le sujet se sont concentrées sur de nouvelles formes d'interactions, des prototypes et des lignes directrices, mais une validation sur le terrain faisait toujours défaut. Le bracelet Nex est un système porté au poignet qui n'a pas d'écran. Il communique avec l'utilisateur au moyen de patrons de lumières et de vibrations et l'utilisateur peut communiquer avec le bracelet de façon tactile au moyen de cinq boutons programmables. Comment concevoir cette interface pour qu'elle soit facilement utilisable et utilisée à long terme ? L'objectif de notre étude a été de rendre compte de l'utilisation d'un système porté en situation réelle en recueillant des données empiriques sur l'utilisation du bracelet sur le terrain. La première partie de l'étude a consisté à faire le point sur l'état des connaissances au sujet des interfaces de systèmes portés au poignet et de participer à la conception de l'interface d'un bracelet qui utilise des patrons lumineux et vibrotactiles. La deuxième partie de l'étude a consisté à évaluer l'interface d'un prototype de bracelet auprès de 24 participants tant en laboratoire que sur le terrain pendant une période pouvant aller jusqu'à trois mois. Les principaux résultats ont porté autant sur l'interface utilisateur que sur le bracelet lui-même. Ils nous révèlent que des lacunes dans la forme et l'esthétique du bracelet ont freiné l'acceptation de ce dernier par les utilisateurs. Un ajustement inadéquat du bracelet sur le poignet a compromis la perception de la vibration, ce qui a nui à la perception des notifications envoyées à l'utilisateur et à l'appréciation de l'utilité même du bracelet. L'apprentissage des patrons représentait une charge cognitive significative qui a eu un impact sur la perception de la facilité d'utilisation. Les utilisateurs ont préféré créer des patrons de lumières personnalisés plutôt que d'utiliser ceux qui leur étaient proposés par le système parce qu'ils pensaient que ce serait ainsi plus facile de s'en rappeler.

ABSTRACT

As of today, designing the interface of a wrist worn wearable remains a challenge. User acceptance by the mass is slowed by many road blocks. There is little research on how to design effectively these emerging interfaces. Few studies have focused on novel interactions, prototypes and guidelines, but a validation on the field was lacking. The Nex band is a wrist worn wearable that has no screen. It communicates with the user by means of light and vibration patterns and the user can communicate with the band through five touch-enabled LED lenses. How can we design this interface to be easy to use and used over the long term? The goal of this study was to give an account of the use of a wearable system in the field by gathering empirical data on a real-world usage of a wrist worn wearable. The first part of the study consisted in presenting the knowledge so far acquired concerning the interfaces of wrist worn wearables and participating in the design of an interface for a bracelet that uses light patterns and vibrations. The second part of the study consisted in evaluating the interface of a bracelet prototype with 24 participants both in the laboratory and in the field, for up to 3 months of use. Main findings were as much related to the interface than the band itself. The form and esthetics of the band are the main challenges to user acceptance. The fitting on the wrist impacts the perception of the vibration and has consequences on the perception of notifications sent to the user and on the appreciation of the band usefulness. Learning the patterns was somewhat a cognitive load and impacted the perceived ease of use. Self-generated light patterns were preferred to those proposed by the system because they were perceived as easier to remember.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	III
RÉSUMÉ	IV
ABSTRACT.....	V
TABLE DES MATIÈRES	VI
LISTE DES TABLEAUX.....	X
LISTE DES FIGURES	XI
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XIII
GLOSSAIRE	XIV
LISTE DES ANNEXES	XVI
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 2 : PRÉSENTATION DU BRACELET NEX	3
2.1 Analyse fonctionnelle	3
2.1.1 Fonctions principales	4
2.1.2 Fonctions complémentaires	4
2.1.3 Fonctions de contraintes	5
2.2 Analyse compétitive.....	6
2.2.1 Misfit Shine.....	6
2.2.2 Razer Nabu X.....	8
2.2.3 Fitbit Flex.....	9
2.2.4 Autres produits similaires	10
2.3 Synthèse	12
Forces	12
Faiblesses	12

CHAPITRE 3 : REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES SYSTÈMES PORTÉS	13
3.1 Définition d'un système porté	13
3.2 Utilisation des systèmes portés au poignet	16
3.3 Freins à l'acceptation des systèmes portés au poignet	17
3.3.1 La sécurité et la vie privée	18
3.3.2 L'interopérabilité	19
3.3.3 La fiabilité et la précision	19
3.3.4 La durabilité	19
3.3.5 L'autonomie	20
3.3.6 La valeur et l'utilité perçue.....	20
3.3.7 L'apparence et l'expression.....	22
3.3.8 L'ergonomie	23
3.3.9 L'interface	23
3.4 Le principal défi d'un système porté au poignet : l'interface	24
3.4.1 Le design ergonomique de l'interface	24
3.4.2 L'évaluation de l'interface	30
3.5 Principes de design applicables à l'interface du Nex	31
3.5.1 L'affichage ambiant.....	32
3.5.2 L'interface multimodale et les micro-interactions	34
3.5.3 L'interaction implicite et la personnalisation	36
3.5.4 La codification intuitive de l'information par des patrons	38
3.6 Méthodes applicables pour évaluer l'interface du Nex	43
3.6.1 Une méthode hybride de l'évaluation.....	44
3.7 Synthèse	45

CHAPITRE 4 : PROBLÉMATIQUE, QUESTIONS DE RECHERCHE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	46
4.1 Problématique	46
4.2 Questions de recherche	46
4.3 Objectifs	47
CHAPITRE 5 : PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL	48
5.1 Présentation de l'interface du Nex	48
5.1.1 Les patrons lumineux	49
5.1.2 Les patrons vibrotactiles	53
5.2 Méthode hybride de l'évaluation du prototype	54
5.2.1 Participants	54
5.2.2 Déroulement et modalités de la participation	55
5.2.3 Procédure de collecte des données	56
CHAPITRE 6 : RÉSULTATS D'ÉVALUATION DU BRACELET NEX	63
6.1 Le test d'utilisabilité en laboratoire	63
6.1.1 Les premières impressions à l'égard du Nex	63
6.1.2 Essai et ajustement du bracelet au poignet	63
6.1.3 Pairage Bluetooth du bracelet et création du compte utilisateur	64
6.1.4 Exploration et configuration initiale des notifications	64
6.1.5 Création d'une routine conditionnelle (<i>hack</i>)	66
6.1.6 Ajout d'un contenu sur un mod pour le partager	67
6.1.7 Questions post test sur la perception générale	68
6.2 L'étude sur le terrain	68
6.2.1 Utilisation durant la semaine	69
6.2.2 Expérience utilisateur globale avec le Nex	72

6.2.3	Utilisation à long terme.....	79
CHAPITRE 7 : DISCUSSION		80
7.1	Freins à l'acceptation.....	80
7.2	Interface non validée et pistes de réflexion.....	81
CHAPITRE 8 : CONCLUSION		85
RÉFÉRENCES		87
ANNEXES		95

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1 : Caractéristiques de l'ordinateur porté d'après Plouznikoff (2008)	14
Tableau 6.1 : Patrons lumineux les plus utilisés durant la semaine d'essai	71
Tableau 6.2 : Patrons vibrotactiles les plus utilisés durant la semaine d'essai.....	72

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Le bracelet Nex 1.0 (crédit photo Mighty Cast Inc. 2015).....	3
Figure 2.2 : Le bracelet Misfit Shine (crédit photo Misfit).....	7
Figure 2.3 : L'interface du Misfit Shine (crédit photo Misfit).....	7
Figure 2.4 : Le Razer Nabu X (crédit photo Razer).....	8
Figure 2.5 : Le Fitbit Flex (crédit photo Fitbit)	9
Figure 2.6 : La bague Ringly (crédit photo Ringly).....	10
Figure 2.7 : L'Apple Watch (crédit photo Apple)	11
Figure 3.1 : Convergence vers l'utilisateur (Plouznikoff, 2008)	13
Figure 3.2 : Classification des systèmes informatiques portables (Plouznikoff et Robert, 2004) .	15
Figure 3.3 : Répartition des systèmes portés selon le genre, l'âge et le revenu (NPD, 2014a)	16
Figure 3.4 : Cycle d'émergence de la technologie (Gartner, 2015a)	17
Figure 3.5 : Pyramide de l'EU (Anderson, 2011)	21
Figure 3.6 : Le prototype de montre intelligente de Xu et Lyons (2015)	36
Figure 3.7 : La roue chromatique des émotions de Plutchik (1980)	41
Figure 5.1 : Création d'un patron à cinq pistes (a) et à neuf pistes (b)	50
Figure 5.2 : Exemples de patrons : Twitter (a), proximité d'un ami (b) et amour (c).....	52
Figure 5.3 : Spectre de la lumière visible et émotions.....	53
Figure 6.1 : Moyenne du niveau d'effort perçu pour utiliser les patrons	66
Figure 6.2 : Moyenne du niveau d'effort perçu pour programmer des routines	67
Figure 6.3 : Moyenne de la perception générale post test.....	68
Figure 6.4 : Fréquence du port du bracelet par les participants (Q4)	69
Figure 6.5 : Proportion des fonctions préférées (Q6)	70
Figure 6.6 : Proportion des patrons lumineux retenus par les participants (Q24)	70

Figure 6.7 : Scores dans la variation (<i>a</i>) et la discrimination (<i>b</i>) des patrons lumineux (Q25).....	71
Figure 6.8 : Moyennes de l'EU globale.....	73
Figure 6.9 : Moyennes d'évaluation de l'EU avec le bracelet	74
Figure 6.10 : Moyennes d'évaluation de l'EU avec l'application	75
Figure 6.11 : Moyenne de l'appréciation des routines (Q17).....	76
Figure 6.12 : Moyennes de l'effort requis avec les routines et les boutons programmables	76
Figure 6.13 : Moyennes de l'appréciation de l'EU avec les notifications.....	77
Figure 6.14 : Moyennes de l'effort requis créer et utiliser un patron lumineux.....	77
Figure 6.15 : Scores de perception des patrons lumineux (Q28).....	78
Figure 6.16 : Scores de perception des vibrations (Q29).....	78

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AUI	Attentive User Interface (en français : interface utilisateur attentive)
BLE	Bluetooth Low Energy
DEL	Diode électroluminescente
EU	Expérience Utilisateur (en anglais : UX – User eXperience)
IO	Internet des objets
IHO	Interaction humain-ordinateur
NUI	Natural User Interface (en français : Interface utilisateur naturelle)

GLOSSAIRE

Acceptabilité : ensemble des conditions qui rendent une application ou un service acceptable par les utilisateurs. Cela se traduit par le compromis que l'utilisateur juge acceptable entre les bénéfices associés à l'utilisation et la modification des schémas d'usage et des valeurs dont il dispose. L'acceptabilité renvoie aux attentes *a priori* et précède l'acceptation, la résultante des jugements émis après l'utilisation (APCI, 2013).

Expérience utilisateur : ensemble des perceptions et réactions d'une personne qui résultent de l'utilisation effective ou anticipée d'un produit, système ou service (ISO, 2010).

Diode électroluminescente (DEL) : dispositif optoélectronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique dans un seul sens pour produire un rayonnement monochromatique (Wikipédia, s.d.).

Infonuagique : (en anglais : *cloud computing*) modèle ubiquitaire permettant l'accès à des ressources informatiques centralisées sur des serveurs distants (ex., logiciels, stockage, services, etc.) en temps réel et sur demande avec un minimum d'effort et de coût (NIST, 2010).

Informatique ubiquitaire : concept introduit par Weiser (1991) pour exprimer un état perversif ou omniprésent de l'informatique où des systèmes communiquent entre eux de façon autonome et invisible pour servir l'humain.

Interaction humain-ordinateur : discipline qui se consacre à la conception, l'évaluation et la mise en œuvre de systèmes informatiques interactifs utilisés par l'humain et à l'étude des principaux phénomènes qui les entourent (Hewett et al., 1992).

Internet des objets : extension de l'Internet actuel à tous les objets pouvant communiquer, de manière directe ou indirecte, avec des équipements électroniques eux-mêmes connectés à Internet (Weill et Souissi, 2010).

Interopérabilité : capacité d'un système à fonctionner de la même manière à travers différents environnements, services ou plateformes, peu importe l'architecture matérielle ou le type de logiciel (Rowland, Goodman, Charlier, Light et Lui, 2015).

Objet connecté : objet de tous les jours amplifié par des capteurs connectés à Internet (Rose, 2014). Des objets connectés entre eux forment l'Internet des objets.

Utilisabilité : degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié (ISO, 2010).

Utilisateur précoce : aussi appelé primo adoptant (en anglais : *early adopter*), l'utilisateur précoce utilise une technologie avant les autres pour l'évaluer, donner son avis et exercer son influence sur l'évolution du produit (Rogers, E. M., 2010). Dans les arts, ils sont appelés avant-gardistes.

Technologie calme : concept qui s'inspire de la façon pour l'humain d'interagir inconsciemment avec le monde physique et qui permet d'engager l'attention de l'utilisateur à la fois au centre et en périphérie en alternant entre les deux (Weiser et Brown, 1996).

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A — SOURCES DE L'ANALYSE COMPÉTITIVE.....	95
ANNEXE B — LES 20 PRINCIPES DE DESIGN DES SYSTÈMES PORTÉS (MOTTI ET CAINE, 2014).....	97
ANNEXE C — CERTIFICAT DE CONFORMITÉ ÉTHIQUE.....	98
ANNEXE D — PROFIL DES PARTICIPANTS RECRUTÉS	99
ANNEXE E — QUELQUES EXEMPLES DE PATRONS LUMINEUX DU NEX.....	100
ANNEXE F — QUELQUES ÉCRANS CLÉS DE L'APPLICATION DU NEX	101
ANNEXE G — DONNÉES RECUEILLIES LORS DU TEST D'UTILISABILITÉ.....	103
ANNEXE H — STATISTIQUES D'UTILISATION.....	117
ANNEXE I — QUESTIONNAIRE REMIS LORS DE LA 2 ^E SESSION.....	122
ANNEXE J — DONNÉES BRUTES DU QUESTIONNAIRE.....	129
ANNEXE K — DONNÉES RECUEILLIES LORS DES DISCUSSIONS.....	133

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Les cinq dernières années ont été marquées par la multiplication et la démocratisation des systèmes portés, ces objets ou accessoires connectés à Internet que l'on porte sur soi. L'année 2014 a été proclamée comme l'année du *wearable* (en français : système porté) par les experts en technologie (Statista, 2016). En 2012, ce nouveau segment de l'économie représentait près d'un milliard de dollars en valeur marchande aux États-Unis seulement. Si la tendance se maintient, on atteindra les 6 milliards en 2018. À l'échelle mondiale, le nombre d'unités livrées s'élevait à 46 millions en 2015. On prévoit 126 millions d'unités en 2019.

La baisse des coûts de production des capteurs comme l'accéléromètre a permis une démocratisation de ce type de technologie et une éclosion de jeunes entreprises en démarrage qui veulent aussi une part du marché. En janvier 2016, le *Consumer Electronic Show*, foire américaine de l'électronique, accueillait 4000 exposants qui proposaient des objets connectés de toute sorte : un parapluie prédisant la pluie, une couche pour bébé avec alerte de fuite, une bouteille d'eau qui vérifie la consommation d'eau, une fourchette intelligente calculant les calories, etc. La section des systèmes portés comptait pour le quart de ces exposants. L'engouement est indéniable, mais on peut s'interroger sur l'utilité de tous ces produits connectés et s'il y a un réel besoin chez les utilisateurs.

Mighty Cast fait partie de cette vague de jeunes entreprises de technologie en démarrage. Fondée en 2012 par un couple d'entrepreneurs américains, l'entreprise a choisi Montréal comme berceau pour faire éclore son projet de système porté, le bracelet intelligent Nex. Initialement, l'idée provient de Mighty Maru, une histoire fantastique inventée par les cofondateurs. Le récit, adapté au jeu numérique pour le marché du mobile, tourne autour d'un objet enchanté, un bracelet qui permet à ses protagonistes de s'identifier, communiquer et transformer le monde grâce à ses pouvoirs magiques. Des fonds ont été octroyés pour développer le jeu Mighty Maru, mais de plus, des investisseurs se sont montrés intéressés par le bracelet comme tel. Depuis sa création, l'entreprise a obtenu un brevet pour le Nex, fabriqué un prototype et développé une application iOS. En janvier 2016, l'entreprise présentait le bracelet au *Consumer Electronic Show*. Un peu plus tard au printemps, elle lançait une campagne de cofinancement sur la plateforme Indiegogo. Mighty Cast misait sur un lancement dans le marché avant la fin de l'année 2016.

C'est dans le cadre d'un stage en partie financé par l'organisme subventionnaire Mitacs que cette étude a pu voir le jour. L'interface proposée par le bracelet Nex est innovante et s'inscrit dans une problématique de l'heure : les systèmes portés. Le design d'un système porté au poignet non muni d'écran représente tout un défi de conception en interaction humain-ordinateur.

Le mémoire est structuré de la façon suivante. Après cette introduction, le chapitre 1 présente le bracelet Nex et son interface utilisateur en le situant par rapport à la concurrence. Le chapitre 2 présente une revue de littérature sur les enjeux d'une telle interface, les implications en conception IHO et les méthodes d'évaluation. Le chapitre 3 décrit la problématique et l'objet d'étude. Le chapitre 4 explique la démarche de conception du prototype de l'interface du bracelet Nex et la méthodologie d'évaluation auprès de sujets humains. Le chapitre 5 présente les résultats des tests suivis d'une discussion au chapitre 6. La conclusion permet de faire un retour sur les principales leçons à tirer de cette étude et de proposer de nouvelles pistes de recherche.

CHAPITRE 2 : PRÉSENTATION DU BRACELET NEX

En juillet 2013, le cofondateur de Mighty Cast déposait un brevet (Adelman et Alarcon, 2013) pour un bracelet à breloque intelligent capable de communiquer avec un dispositif informatique incluant un appareil mobile. De plus, le bracelet peut produire de la lumière ou une vibration pour attirer l'attention de l'utilisateur sur quelque chose venant de se produire (Figure 2.1). L'interaction tactile s'est ajoutée plus tard, en début d'année 2015. Dans ce chapitre, nous présentons une analyse complète des différentes fonctions du bracelet, puis, une analyse compétitive afin de situer le Nex par rapport aux autres produits sur le marché, et une synthèse des forces et faiblesses du Nex.



Figure 2.1 : Le bracelet Nex 1.0 (crédit photo Mighty Cast Inc. 2015)

2.1 Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle permet d'identifier et de définir les fonctions d'un produit visant à satisfaire un besoin (AFNOR, 1995). Ces fonctions sont catégorisées selon trois types : principales, complémentaires et de contraintes.

2.1.1 Fonctions principales

Les fonctions principales, ou de service, regroupent les fonctions attendues pour répondre au besoin et constituent les raisons pour lesquelles le produit a été créé. Le bracelet cherche à se distinguer des bijoux par le fait que la plupart de ces derniers ne servent que de parure et manquent de fonctionnalisme ou d'interaction au-delà de leur fonction esthétique de base (Adelman et Alarcon, 2013).

Ainsi, le Nex :

- est un bracelet à breloque que l'on porte au poignet comme un bijou;
- est un moyen de communication bidirectionnelle;
- communique des notifications à son porteur sous forme de vibrations et de lumières;
 - ces notifications proviennent du centre de notifications d'iOS 9 du téléphone intelligent jumelé. Cela peut être un nouveau courriel, texto ou événement au calendrier, une alarme ou un réveille-matin, une occurrence dans les réseaux sociaux (les « j'aime », les partages et les étiquettes), ou toute autre notification produite par une application tierce installée par le porteur;
- permet au porteur de communiquer avec le bracelet en touchant la surface d'un mod;
 - un mod est l'une des cinq breloques modulaires du bracelet;
 - un mod permet de lancer à distance des commandes au téléphone intelligent comme envoyer un message rédigé au préalable, envoyer un message codé sous forme de patrons de lumières à un autre porteur de bracelet Nex, prendre une photo avec la caméra du téléphone, contrôler le volume, jouer ou arrêter la musique du téléphone, activer une routine programmée avec la plateforme IFTTT (If This Then That).
- peut compter les pas et faire le suivi du niveau d'activité de son porteur.

2.1.2 Fonctions complémentaires

Les fonctions complémentaires ne sont pas indispensables mais elles facilitent l'atteinte du but recherché. Le bracelet Nex :

- est modulaire dans la mesure où les cinq breloques appelées « mods » peuvent être changées;
- est personnalisable puisque les mods peuvent modifier l'apparence du bracelet et que l'application mobile permet de configurer l'interface du bracelet.

2.1.3 Fonctions de contraintes

Les fonctions de contraintes ou techniques sont les limites et les conditions dont il faut tenir compte. Le Nex :

- est non ajustable au poignet et se referme à l'aide d'un fermoir;
 - il est en plastique dur;
 - sa forme est ovale afin d'épouser la forme non circulaire du poignet de l'humain;
- résiste aux éclaboussures d'eau comme la pluie ou la transpiration;
 - il est jumelé à un téléphone intelligent par le protocole de communication sans fil BLE 4.0 (*Bluetooth Low Energy*) et, de ce fait, son utilisation est limitée à un périmètre d'environ 35 pieds du téléphone intelligent auquel il est jumelé : un iPhone 4S ou le iPod Touch de 5^e génération; il peut ainsi exploiter ses capacités de traitement de l'information et de stockage pour accéder à des services infonuagiques;
 - il est supporté par une application mobile iOS 9;
- dispose d'un actionneur à masse rotative pour produire la vibration nécessaire à un retour d'information haptique;
- affiche de la lumière aux couleurs variées à l'aide d'un voyant DEL intégré dans chacun des cinq mods :
 - chaque voyant DEL reproduit une couleur du spectre RVB (rouge, vert et bleu),
 - chaque voyant peut être contrôlé séparément à différentes intensités et clignoter à différentes vitesses ou fréquences,
 - chaque mod diffuse la lumière du DEL à travers une fenêtre semi-transparente;

- comprend un accéléromètre sur trois axes pour détecter les mouvements du porteur;
- réagit au toucher de l'utilisateur sur la surface des mods, ce qui lui confère cinq boutons en guise de périphérique d'entrée;
- comprend un bouton physique placé sur le côté pour vérifier son état, le réactiver s'il tombe en mode veille ou s'il a besoin d'être réinitialisé;
- ne s'éteint jamais et, de ce fait, est toujours disponible à moins que la pile se décharge complètement;
 - la durée des piles est de trois jours et la recharge se fait au moyen d'un câble USB;
 - le port USB est camouflé dans le mécanisme de fermeture.

2.2 Analyse compétitive

Bien qu'il existe dans le marché une panoplie sans cesse grandissante de systèmes portés, tels que des montres ou des bracelets intelligents, nous avons limité notre analyse à trois produits très similaires au bracelet Nex puisqu'ils n'ont pas d'écran et produisent une rétroaction lumineuse. Afin d'alléger la bibliographie, nous avons placé les références des sources consultées pour obtenir les informations suivantes à l'Annexe A.

2.2.1 Misfit Shine

Ce bracelet est un moniteur d'activité physique et du sommeil : il détecte le mouvement grâce à un accéléromètre ayant trois axes. Les données sont ensuite transmises par protocole BLE 4.0 au téléphone intelligent avec lequel il est jumelé. Bien que Misfit n'occupe pas une grande part de marché, les revues spécialisées en font une très bonne critique, notamment pour son design simple et épuré. Le Shine s'apparente à une montre et offre une allure polyvalente (Figure 2.2).



Figure 2.2 : Le bracelet Misfit Shine (crédit photo Misfit)

Aspect matériel

- Sa pile bouton dure six mois et ne nécessite pas de recharge.
- Il est résistant à l'eau jusqu'à 50 mètres de profondeur.
- Il comporte un bracelet sport souple et ajustable en polyuréthane thermoplastique disponible en plusieurs couleurs différentes, le disque peut être inséré dans un bracelet de montre en cuir ou un médaillon en acier inoxydable pour les occasions plus mondaines. Le disque en aluminium anodisé est aussi disponible en différentes couleurs métalliques.

Description de l'interface

- Le disque agit comme interface visuelle et donne une rétroaction lumineuse : 12 voyants DEL disposés autour du disque comme une horloge peuvent être allumés individuellement (Figure 2.3).

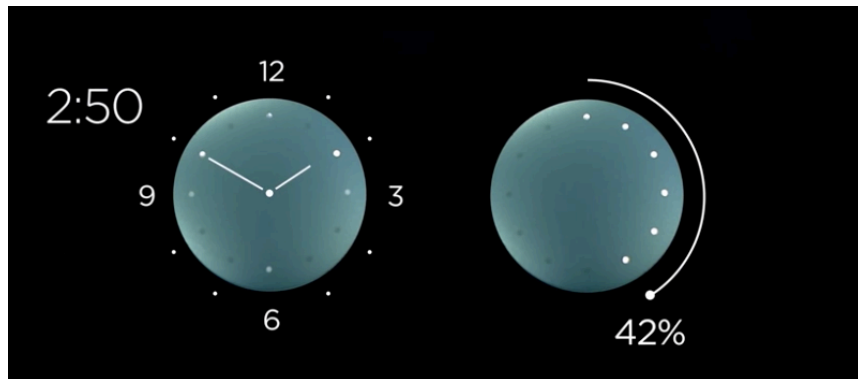


Figure 2.3 : L'interface du Misfit Shine (crédit photo Misfit)

- Une double tape sur la surface du disque affichera consécutivement l'heure et la progression dans l'atteinte de l'objectif choisi par l'utilisateur : calories dépensées, nombre de pas, distance parcourue, etc. L'information est donc sollicitée par l'utilisateur.

2.2.2 Razer Nabu X

En plus d'être un moniteur d'activité physique et du sommeil, ce bracelet comprend un accéléromètre muni de trois axes et communique par BLE 4.0 avec le téléphone intelligent auquel il est jumelé. Razer est d'abord et avant tout une entreprise de jeux vidéo. À cause du manque de fiabilité, les critiques sont assez négatives envers ce produit (voir les articles listés à l'Annexe A). C'est cependant un bracelet simple et peu accaparant (Figure 2.4).



Figure 2.4 : Le Razer Nabu X (crédit photo Razer)

Aspect matériel

- Le bracelet se recharge au moyen d'un câble USB qui s'introduit en dessous du bracelet. Une charge complète dure de cinq à sept jours actifs et jusqu'à 60 jours inactifs.
- Il résiste à l'eau jusqu'à un mètre de profondeur.
- Le bracelet, en caoutchouc nervuré et hypo allergène, est ajustable et disponible en noir ou blanc seulement.

Description de l'interface

- Le bracelet comporte trois lumières DEL qui peuvent être allumées indépendamment les unes des autres et qui sont de trois couleurs différentes, soit rouge, bleu et vert, permettant ainsi plusieurs combinaisons de patrons personnalisables dans l'application.

- Ces lumières informent l'utilisateur de sa progression dans l'atteinte d'un objectif personnel de santé ou de notifications au choix : texto, courriel, appel téléphonique, etc.
- Simultanément, une vibration par actionneur à masse rotative alerte l'utilisateur d'une nouvelle notification alors que l'affichage DEL spécifie la nature de cette notification.
- Contrairement au Misfit Shine, la notification est poussée vers l'utilisateur. Pour ignorer la notification, l'utilisateur doit secouer son poignet.
- Avec une double tape, l'utilisateur peut s'enquérir de la progression dans l'atteinte de son objectif (ex., santé).

2.2.3 Fitbit Flex

Jusqu'ici leader incontesté dans le segment des bracelets moniteurs d'activités, la compagnie Fitbit accapare la grande majorité des parts de marché. D'ailleurs, les revues spécialisées en font leur premier choix : le produit est fiable et a un excellent rapport qualité/prix. Le Fitbit Flex est un bracelet d'activité muni d'un accéléromètre sur trois axes et du protocole BLE 4.0 (Figure 2.5).

Aspect matériel

- La charge de la pile au lithium dure cinq jours; la recharge se fait par câble USB.
- L'appareil résiste aux éclaboussures d'eau.
- Il requiert un entretien régulier : on recommande de le sécher complètement après une grande sudation et de le nettoyer régulièrement pour éviter des réactions de la peau.
- Le bracelet est en élastomère et est disponible dans une grande variété de couleurs. Il suffit de retirer le petit module du bracelet et de l'insérer dans un autre bracelet de son choix.



Figure 2.5 : Le Fitbit Flex (crédit photo Fitbit)

Description de l'interface

- Elle comporte cinq lumières DEL blanches qui s'allument lors de l'atteinte d'un objectif santé ou suite à une double tape pour vérifier la progression dans l'atteinte de ce dernier. Chaque lumière additionnelle qui s'allume signifie qu'on avance de 20 % dans l'atteinte de l'objectif. C'est aussi l'indicateur du niveau de charge de la pile lorsque le bracelet est branché pour la recharge.
- La vibration qui accompagne la rétroaction lumineuse provient d'un actionneur résonnant linéaire, ce qui est moins intense qu'une vibration par actionneur de masse rotative.

2.2.4 Autres produits similaires

Les trois produits ci-dessus sont des bracelets qui remplissent d'abord et avant tout une fonction de production de résultats (ex., sur l'état de santé). Deux autres produits, une bague et une montre intelligente, méritent d'être examinés : Ringly et l'Apple Watch.

2.2.4.1 Ringly : une bague connectée

En offrant une rétroaction lumineuse, la bague Ringly tente d'ajouter une fonctionnalité à un bijou. La seule petite lumière DEL placée au centre de la pierre s'allume sur le côté, ce qui lui confère beaucoup de discrétion. Alors que les bracelets décrits plus haut sont identifiables comme des objets connectés, Ringly peut, en apparence, passer pour une bague conventionnelle, sans fonction additionnelle (Figure 2.6).



Figure 2.6 : La bague Ringly (crédit photo Ringly)

2.2.4.2 Apple Watch : une montre intelligente

Comme mentionné en début de chapitre, notre analyse s'est concentrée sur trois bracelets d'activité sans écran. Cependant, bien qu'elle appartienne à un autre segment du marché, il est impossible de ne pas mentionner l'Apple Watch qui s'accapare de plus en plus des parts de marché des bracelets d'activité et des montres intelligentes. Il s'agit d'une montre intelligente avec écran tactile et un bouton physique appelé couronne numérique (Figure 2.7). Les critiques sont cependant mitigées. Seul le temps nous dira si c'est un produit qui révolutionnera le marché des systèmes portés.



Figure 2.7 : L'Apple Watch (crédit photo Apple)

Ses capacités haptiques sophistiquées ont retenu notre attention. L'Apple Watch comporte un engin piézoélectrique permettant de composer un spectre plus large et plus subtil de vibrations qui n'ont rien à voir avec l'oscillation ostentatoire de l'actionneur de masse rotative. Il est possible d'associer différents patrons vibratoires à différentes notifications pour plus de contrôle. L'utilisateur peut choisir d'être alerté seulement par vibrations et pourra identifier la nature de la notification sans regarder sa montre. De plus, contrairement aux bracelets mentionnés plus haut, la vibration n'a pas lieu de façon simultanée à l'affichage visuel mais plutôt en décalage. Un petit tapotement discret sur le poignet informe l'utilisateur qu'une notification peut être consultée à l'écran jusqu'à cinq secondes plus tard, ce qui laisse suffisamment de temps à l'utilisateur pour y donner suite. Après cinq secondes, la notification reste accessible dans un fil d'archives. Cette particularité laisse beaucoup de liberté d'action à l'utilisateur, si par exemple, il n'est pas disponible au moment où se produit l'alerte. En plus de l'engin haptique, l'Apple Watch apporte plusieurs autres innovations de pointe à surveiller, notamment la recharge sans fil par induction. La puissance et les nombreuses

fonctionnalités vont cependant nécessiter beaucoup d'énergie, si bien que la charge ne tient pas plus de 24 heures.

2.3 Synthèse

À la lumière de notre analyse de quelques produits portés et des différentes fonctions du Nex, on peut répertorier quelques forces et faiblesses du Nex.

Forces

- Le bracelet Nex se veut entièrement personnalisable donnant à l'utilisateur beaucoup de liberté et de contrôle. Il pourra à la fois régler les notifications qu'il désire recevoir et leur aspect et changer l'apparence du bracelet.
- La variété de patrons lumineux de couleurs différentes est très grande, grâce aux lumières DEL reproduisant le spectre de couleur RVB (rouge, vert et bleu).
- L'interaction avec le produit est plus évoluée que celle des produits en concurrence directe parce qu'il comprend cinq surfaces sensibles au toucher plutôt qu'une seule. Les possibilités sont nombreuses.

Faiblesses

- Le bracelet est rigide et ne s'ajuste pas. Il ne conviendra pas à tous les poignets.
- L'autonomie de la pile est de trois jours seulement, ce qui est la moitié moins long que celle de la plupart des bracelets du même genre.
- La rétroaction lumineuse est diffuse et bien en évidence sur le dessus du bracelet, si bien que certaines personnes, que ce soit le porteur ou les gens qui l'entourent, pourraient la trouver quelque peu ostentatoire.
- Une plus grande possibilité de personnalisation peut aussi signifier une charge de travail plus élevée pour l'utilisateur. De plus, celui-ci devra faire un effort de mémorisation pour se rappeler toutes les composantes. Les trois produits concurrents, beaucoup plus simples, ont un faible coût cognitif.

CHAPITRE 3 : REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES SYSTÈMES PORTÉS

Ce chapitre a pour objectifs de recenser les connaissances disponibles sur la conception de l'interface utilisateur d'un système porté et de présenter un état de l'art sur l'utilisation de lumières et de vibrations comme interface utilisateur d'un système porté au poignet non muni d'écran. Le chapitre présente d'abord une vue d'ensemble des systèmes portés : la définition, l'utilisation qui en faite par les utilisateurs et les freins à l'acceptation. Ensuite, nous présentons les patrons de conception et les méthodes d'évaluation applicables à une interface utilisateur d'un système porté au poignet.

3.1 Définition d'un système porté

Un système porté est un ordinateur miniaturisé qui comprend une source d'énergie, des mécanismes d'entrée et de sortie, la capacité de stockage et des périphériques de communication (Plouznikoff, 2008). Grâce à la miniaturisation, il y a convergence de l'informatique vers un rapprochement de l'utilisateur jusqu'à l'implant sous-cutané (Figure 3.1).

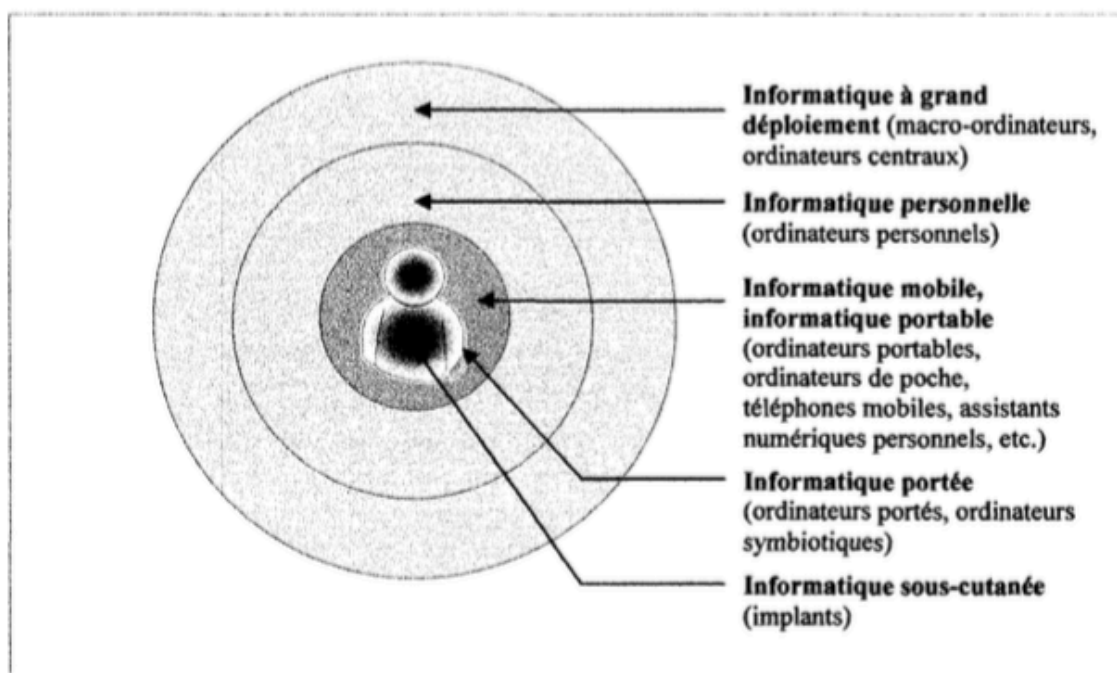


Figure 3.1 : Convergence vers l'utilisateur (Plouznikoff, 2008)

Le système porté est un système interactif utile et fonctionnel que l'on porte sur soi comme un vêtement (Plouznikoff et Robert, 2004), une lunette, un soulier, un bracelet ou encore, en tatouage sur la peau (Bandodkar, Jia et Wang, 2015). Parce qu'il se porte comme un vêtement ou un accessoire et qu'il est visible, le système porté est à la jonction de la mode et de la technologie (Seymour, 2008). Conséquemment, il doit être à la fois esthétique et fonctionnel. Son rôle principal est d'assister l'utilisateur lors de ses déplacements pour effectuer une tâche *in situ* qui ne constitue pas une tâche primaire. On peut distinguer le système porté d'un système informatique traditionnel par quatre caractéristiques fondamentales (Tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Caractéristiques de l'ordinateur porté d'après Plouznikoff (2008)

Mobile	Léger et de petite taille, il ne gêne pas le porteur dans ses mouvements.
Constant	Toujours disponible, il demeure allumé et prêt pour l'interaction.
(Pro)actif	Les interactions sont liées au contexte et peuvent être implicites.
Transparent	Les interactions sont minimales et s'effacent devant la tâche.

Par ailleurs, Plouznikoff et Robert (2004) classent les systèmes informatiques portables selon cinq dimensions (Figure 3.2). Au sens large, le terme portable fait référence à un objet que l'on peut transporter. Un appareil mobile comme un téléphone intelligent est un système informatique portable. Un système porté est portable, mais pas l'inverse. À l'extrémité droite de la classification (Figure 3.2) se trouvent les ordinateurs symbiotiques, le plus haut niveau de transparence possible. Ici le système porté tend à devenir le prolongement de l'utilisateur. Plus l'interface est transparente, plus elle s'efface devant l'activité humaine et devient invisible (Norman, 1998). Lorsqu'on parle de symbiose, il y a une union étroite entre l'humain et l'ordinateur de sorte que l'humain bénéficie des capacités de traitement de données et de stockage de la machine. On voit déjà cette transition alors que l'humain dépend de plus en plus de l'engin de recherche Google comme mémoire à long terme (Sparrow, Liu et Wegner, 2011). Il n'est plus nécessaire de retenir l'information puisque nous sommes connectés en tout temps à une grande base de données.

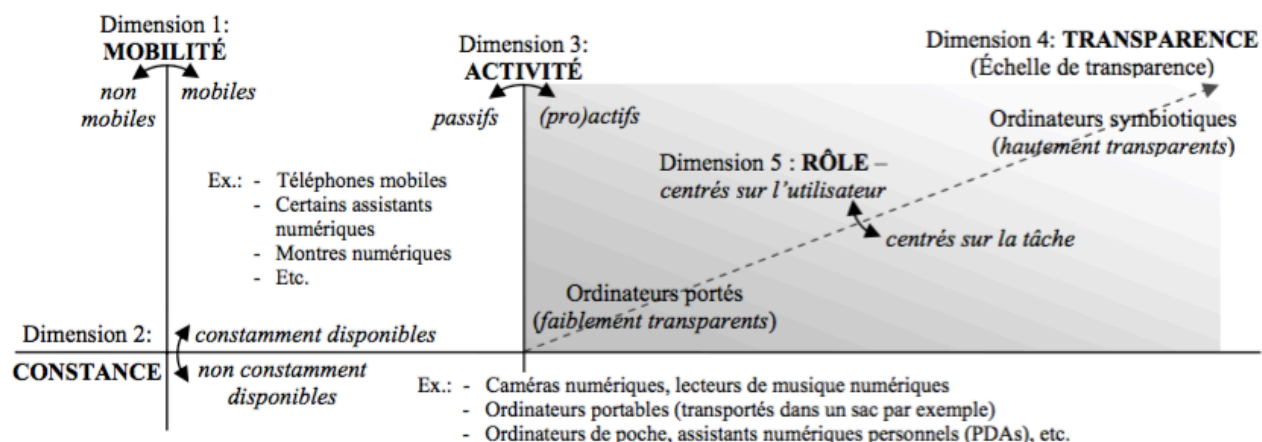


Figure 3.2 : Classification des systèmes informatiques portables (Plouznikoff et Robert, 2004)

Le bracelet Nex s'inscrit dans la tendance de l'Internet des objets (IO) où un objet familier, comme un bracelet ou une montre, est augmenté par des capteurs connectés à Internet (Rose, 2014). On doit l'émergence de cette technologie à une conjoncture favorable (Gubbi, Buyya, Marusic et Palaniswami, 2013) où sont disponibles des capteurs intégrés à des objets du quotidien, des protocoles de communication sans fil (RFID, Wi-Fi, NFC, BLE, etc.) et l'infonuagique. Cette conjoncture a propulsé l'ère de l'informatique ubiquitaire pressentie par Weiser. De nombreux petits appareils intelligents communiquent entre eux dans des réseaux éclatés (Weiser, 1991). Le paradigme de l'IO est le point de rencontre de trois visions (Atzori, Iera et Morabito, 2010) : la vision orientée objet (les capteurs), la vision orientée Internet (l'infonuagique, les réseaux et le transfert de données) et la vision orientée sémantique (la visualisation des données). De l'informatique ubiquitaire découle une diffusion de l'informatique dans l'environnement (*pervasive computing*) ou sur l'utilisateur (*wearable computing*). L'ordinateur s'immisce dans le monde réel en toute transparence (Plouznikoff, 2008).

Pour faire le pont entre les trois visions de l'IO (Atzori et al., 2010), le système porté se définit comme étant un objet amplifié par des capteurs intégrés (vision orientée objet) qui dépend de la capacité de stockage de l'infonuagique (vision orientée Internet) et qui supporte des interactions significatives pour l'utilisateur en temps opportun (vision orientée sémantique).

« De par leur proximité avec l'utilisateur, leurs caractéristiques et leur contexte d'utilisation, la place des ordinateurs portés et le rôle qu'ils sont appelés à jouer apparaissent très différents de ceux des ordinateurs conventionnels » (Plouznikoff, 2008).

3.2 Utilisation des systèmes portés au poignet

Les systèmes portés au poignet (bracelets et montres) comptent pour plus de 80 % du marché des systèmes portés (Statista, 2016). Les besoins qui motivent les utilisateurs à se procurer cette technologie diffèrent selon le genre, l'âge et le revenu (NPD, 2014a) (Figure 3.3). Les femmes préfèrent un système porté qui s'apparente à un bijou comme un bracelet. Elles se tournent vers les moniteurs d'activités pour recueillir des données qui vont les aider à conserver leur silhouette. Les hommes, quant à eux, choisissent les montres intelligentes et visent la performance sportive grâce à des capteurs biométriques de pointe. Les plus jeunes préconisent les montres intelligentes comme le prolongement de leur téléphone intelligent alors que les plus âgé(e)s veulent simplement un dispositif pour suivre leur état de santé globale. Il y a donc une distinction à faire entre la montre intelligente et le moniteur d'activités (Lunney, Cunningham et Eastin, 2016). La montre intelligente gagne cependant de plus en plus en popularité puisque le port de la montre fait déjà partie des mœurs (Motti et Caine, 2015a). L'âge et le genre ont une incidence sur les besoins, les préférences et les habiletés à utiliser cette technologie (Buenaflores et Kim, 2013). D'où l'importance de tailler l'expérience sur mesure et de cibler selon le porteur. Dans l'ensemble, 53 % des millénaires (personnes nées après 1980) et 54 % des utilisateurs précoces se disent excités par le futur des systèmes portés et ils y voient un grand potentiel (Schooler, 2014).

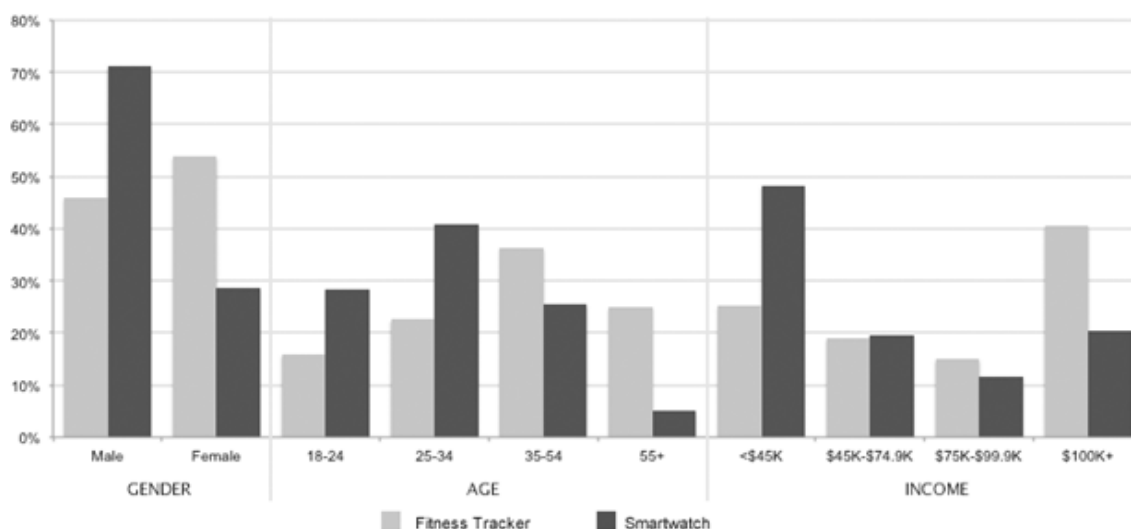


Figure 3.3 : Répartition des systèmes portés selon le genre, l'âge et le revenu (NPD, 2014a)

3.3 Freins à l'acceptation des systèmes portés au poignet

Si les firmes de recherche (Gartner, 2015b; IDC, 2015; NPD, 2014b; Statista, 2016) s'entendent pour dire que le marché du système porté est en croissance, le groupe NPD (2014b) apporte une nuance importante dans son rapport qui prévoit un ralentissement en 2016-2017. Il y présente trois scénarios où *Forward into the Past* est le plus pessimiste, présentant les systèmes portés comme une mode passagère qui laissera les utilisateurs insatisfaits et blasés. Ce goût amer fera d'abord chuter les ventes qui vont ensuite reprendre progressivement à la fin de 2017. Ce scénario concorde avec le cycle d'émergence de la technologie de Gartner (2015a) (Figure 3.4) où l'on voit les systèmes portés atteindre leur apogée et amorcer leur descente vers le creux de la désillusion avant de devenir un segment mature dans le plateau de productivité. Les experts de la firme Gartner sont d'avis que la durée de vie limitée des piles (Gartner, 2015b) et un manque d'utilité apparent (Gartner, 2016) peuvent être responsables de l'abandon des utilisateurs, mais prévoient que 35 % de la population détiendra au moins un système porté d'ici 2020.

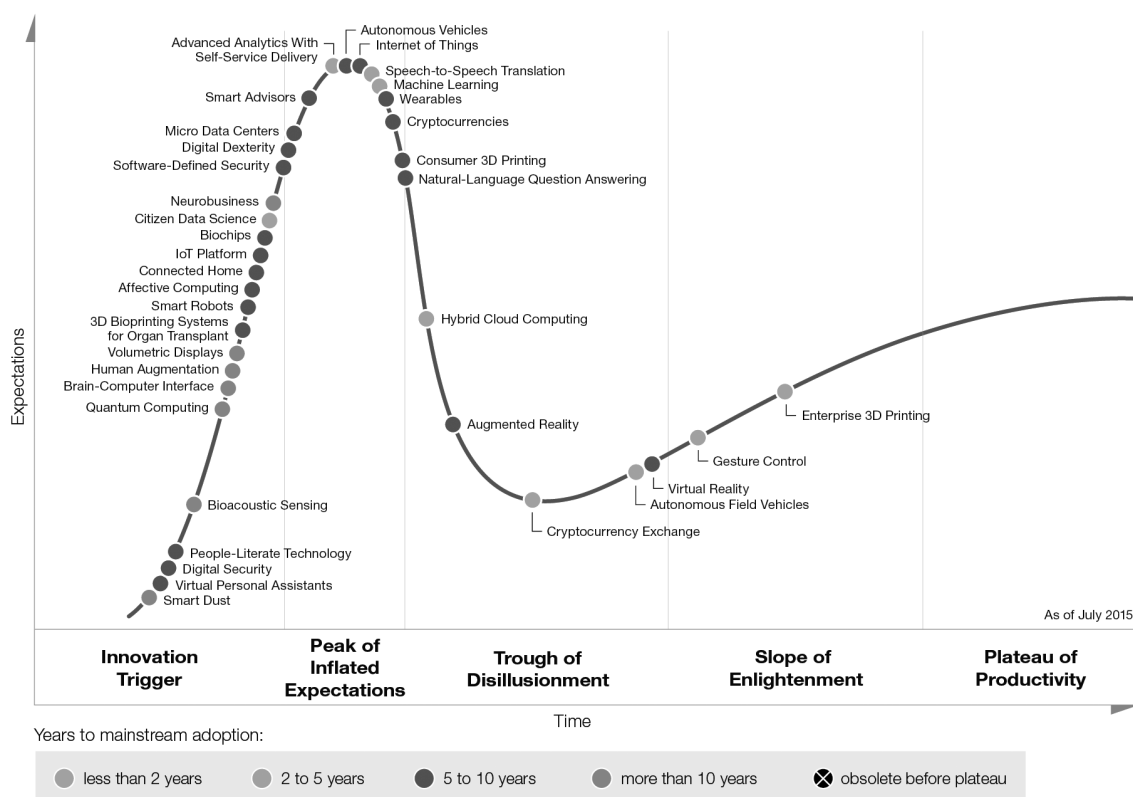


Figure 3.4 : Cycle d'émergence de la technologie (Gartner, 2015a)

Ainsi, bien que les ventes soient au rendez-vous, l'abandon est un enjeu majeur dans l'industrie du système porté (Gartner, 2016). Une étude longitudinale (Ledger et McCaffrey, 2014) nous révèle que plus de la moitié des porteurs de système de santé connecté ne l'utilisent plus au bout d'un an. En fait, l'abandon commence bien avant alors que 25 % des utilisateurs arrêtent autour de trois mois. Même son de cloche dans une étude de Philips (2016) qui démontre que 77 % des participants utilisent leur système porté moins de six mois. De ce nombre, 54 % l'utilisent moins de trois mois et 23 % seulement vont l'utiliser de trois à six mois.

Dans l'étude menée par PwC (Schooler, 2014), 33 % des répondants ayant acheté un système porté au poignet il y a un an disent ne plus l'utiliser pour une ou plusieurs des raisons suivantes : la possibilité d'une atteinte à leur vie privée, le manque de sécurité, le manque d'éléments actionnables et une information non significative par rapport au contexte d'utilisation. Il y a plus de 15 ans, Starner (2001) nous prédisait les principaux défis rencontrés dans les systèmes portés comme étant l'alimentation en énergie, la dissipation de chaleur, l'interopérabilité, la vie privée, la sécurité et le design d'interface. À ce jour et d'après des études plus récentes (Buenaflor et Kim, 2013; Motti et Caine, 2014, 2015b, 2016; Piwek, Ellis, Andrews et Joinson, 2016; Siewiorek, Smailagic et Starner, 2012), la plupart de ces enjeux liés à l'acceptation sont encore d'actualité. Notamment, l'étude empirique de Motti et Caine (2016) a permis d'identifier 31 problèmes majeurs rencontrés lors de l'utilisation de systèmes portés au poignet disponibles dans le marché. Sur les 31 problèmes, les plus incommodes sont la durée de pile, la durabilité et l'utilité perçue. Les points suivants font la synthèse des différentes études mentionnées ci-dessus.

3.3.1 La sécurité et la vie privée

D'après l'étude de PwC (Schooler, 2014), 82 % des répondants sont inquiets que les systèmes portés puissent porter atteinte à leur vie privée et 86 % s'inquiètent d'être vulnérables à des brèches de sécurité. Dans l'étude empirique de Motti et Caine (2015b), les participants se sont montrés plus particulièrement préoccupés par ces enjeux de vie privée et de sécurité avec les systèmes portés parce que ceux-ci recueillent des données très personnelles. Ces données n'appartiennent pas toujours à l'utilisateur, mais plutôt à l'entreprise fournissant le service, si bien qu'il lui est parfois nécessaire de payer un frais mensuel pour y avoir accès.

3.3.2 L'interopérabilité

Les systèmes portés dépendent de protocoles tels que BLE pour transmettre les données recueillies par leurs capteurs grâce au pairage ou jumelage, une opération qui consiste à établir une connexion avec un appareil plus puissant situé à proximité comme le téléphone intelligent (Rowland et al., 2015). Les données seront ensuite traitées par le processeur du téléphone intelligent qui pourra les archiver, analyser et interpréter. D'après la firme Argus Insights (2016), les utilisateurs se fatiguent de leur expérience avec les applications des systèmes portés parce que la gestion des données, soit la synchronisation et la visualisation, ne se font pas systématiquement. La connexion peut être instable ou difficile à configurer (Motti et Caine, 2016). L'utilisateur doit manuellement rétablir le lien entre les systèmes pour qu'ils puissent se parler. Le manque d'interopérabilité crée des frustrations chez l'utilisateur. Il ne suffit pas de rafistoler les morceaux ensemble : si les coutures sont apparentes, l'EU (Expérience Utilisateur) peut en souffrir (Rowland et al., 2015).

3.3.3 La fiabilité et la précision

Bien que la recherche se soit concentrée jusqu'ici sur l'amélioration de la précision et la fiabilité des systèmes portés (Lunney et al., 2016), sur 545 commentaires analysés, 75 % des problèmes identifiés concernent le manque de fiabilité (Motti et Caine, 2016). L'inexactitude crée des frustrations chez les utilisateurs (Siewiorek et al., 2012) : les systèmes portés existants ne sont pas en mesure d'identifier, comprendre et interpréter correctement le contexte actuel de l'utilisateur, ce qui conduit à des données inadéquates (Lowens, Motti et Caine, 2015). Par exemple, le bras et la main sont impliqués dans de nombreux mouvements au quotidien. Tambouriner ne devrait pas compter des pas alors que magasiner implique des pas même si les mains poussent un chariot. Ainsi, une étude comparative des systèmes portés au poignet révèle une grande disparité dans le degré de précision, avec une marge d'erreurs de 25 % (Piwek et al., 2016). La fiabilité et la précision sont des facteurs déterminants dans l'acceptation, l'adoption et l'engagement à long terme, mais les solutions de sensibilité au contexte demeurent très complexes à développer (Motti et Caine, 2016).

3.3.4 La durabilité

La qualité générale des systèmes portés est questionnable : d'après les utilisateurs, ils peuvent être fragiles, peu résistants à l'eau et se briser facilement (Motti et Caine, 2016). Or, ces systèmes sont portés au poignet quotidiennement et devraient supporter un port normal ainsi que les chocs, les

égratignures et résister à la pluie, la sueur ou les éclaboussures d'eau (Ledger et McCaffrey, 2014; Lowens et al., 2015).

3.3.5 L'autonomie

Le téléphone intelligent devient de plus en plus puissant, remplissant des fonctions jadis réservées à un super ordinateur, confirmant ainsi les lois de Moore sur la croissance exponentielle de la puissance des ordinateurs (Mack, 2015). La miniaturisation pourra permettre à un système porté tel que l'Apple Watch de ne plus dépendre de l'iPhone pour traiter l'information. Mais plus de puissance rime avec plus de consommation d'énergie. Ainsi, l'Apple Watch dure environ une journée avec une charge complète. Or, la firme Gartner (2015b) identifie la durée de vie limitée de la pile comme un frein potentiel à l'adoption de système porté. En fait, une étude de (Ledger et McCaffrey, 2014) nous informe de l'impact de la pile sur l'utilité perçue : chaque fois que l'on doit recharger, le produit ne peut pas être utilisé.

3.3.6 La valeur et l'utilité perçue

L'utilité perçue – à quel point l'utilisateur croit que le produit lui sera bénéfique – et la facilité d'utilisation perçue – à quel point l'utilisateur pense que le produit pourra être utilisé sans effort – sont déterminantes dans l'acceptation d'une nouvelle technologie (Davis, 1989). L'étude de Lunney et al. (2016) démontre que l'utilité perçue affecte les attitudes de l'utilisateur face aux systèmes portés. Une attitude positive renforce les croyances de l'utilisateur que la technologie va améliorer ses performances. Bien présenter à l'utilisateur les bénéfices et attributs de produit en détail contribue à créer une attitude favorable et augmenter l'adoption et l'utilisation. La facilité d'utilisation perçue, quant à elle, affecte les comportements lors de l'utilisation. Si le système porté est difficile à utiliser, les utilisateurs vont progressivement abandonner.

3.3.6.1 Utilité et pyramide des besoins

L'étude de Buenaflor et Kim (2013) stipule que les utilisateurs seraient plus enclins à adopter un système porté s'il répond à un besoin de base dans la pyramide des besoins de Maslow. Les systèmes portés supportant des besoins physiologiques (ex., être en santé) et de sécurité sont plus susceptibles d'être acceptés. À l'image de la pyramide des besoins de Maslow, Anderson (2011) a créé la pyramide de l'EU. Si la base de la pyramide de l'EU n'est pas comblée (Figure 3.5), on ne

peut aspirer à créer une expérience engageante sur le long terme et émotivement positive. Ainsi, si le système porté n'est pas sécuritaire, n'est pas confortable ou n'est pas utile, l'utilisateur ne se rendra pas plus loin. Cette approche permet d'envisager une priorisation des objectifs lors de la conception.

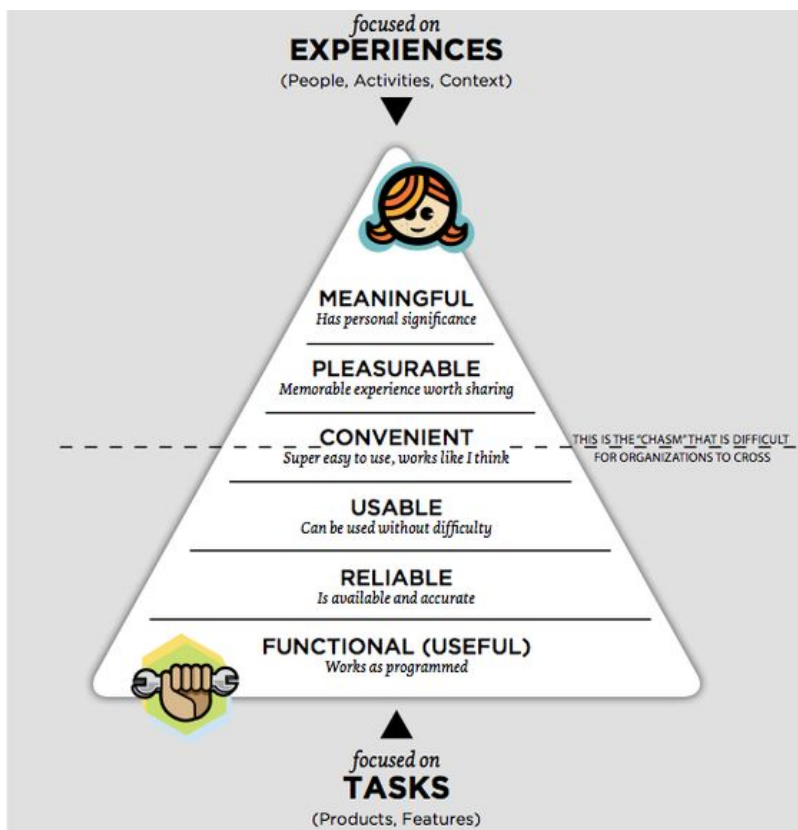


Figure 3.5 : Pyramide de l'EU (Anderson, 2011)

3.3.6.2 Utilité et surcharge fonctionnelle

Lorsque les idées innovantes s'ajoutent les unes aux autres, le système interactif devient surchargé de fonctionnalités (Kaufman et Weed, 1998; McGrenere, Baecker et Booth, 2002; McGrenere et Moore, 2000; Surowiecki, 2007). Chaque nouvelle fonctionnalité est une nouvelle chose à apprendre, à comprendre et à retenir (Nielsen, 1994). Elle augmente la complexité du produit au détriment de la facilité d'utilisation (Page, 2009) occasionnant ainsi insatisfaction et irritation (Thompson, Hamilton et Rust, 2005). Comment alors expliquer que la tendance du marché soit au produit multifonctionnel? Un produit ayant beaucoup de fonctionnalités peut être prisé et bénéficier d'une grande acceptation sociale (Thompson et Norton, 2011). Avec la dernière génération de téléphones intelligents, l'utilisateur peut montrer un statut social de richesse et ses aptitudes avec

la technologie. C'est donc aussi un avantage compétitif. Les consommateurs pencheront pour le produit qui leur en donnera plus pour leur argent. Même si en fin de compte, ils utilisent en moyenne seulement 20 % des fonctions (McGrenere et Moore, 2000). Qui dit surcharge fonctionnelle dit aussi surcharge cognitive. Si l'utilisateur se sent dépassé, il y a un potentiel d'abandon. Cependant, regrouper des fonctionnalités sous un même toit pourrait être souhaitable :

Le phénomène de la convergence technologique crée un contexte qui a vraisemblablement un impact positif sur l'expérience utilisateur, à l'image du couteau suisse qui intègre plusieurs fonctions (...). Le même appareil a une plus grande valeur d'utilité pour l'utilisateur, ne serait-ce que parce qu'il comporte un plus grand nombre de fonctions et qu'il est plus souvent utilisé; il est vraisemblablement aussi l'objet d'une plus grande affection parce qu'on le traîne avec (sur) soi et qu'il nous rend service partout et en tout temps (...). À noter cependant que cette charge n'est pas nulle puisqu'on doit apprendre à utiliser les fonctionnalités de plusieurs appareils en un. (Robert, 2008)

3.3.6.3 Valeur et pérennité

Le marché très compétitif des systèmes portés se consolidera et il y aura des gagnants et des perdants (Sag, 2016). Ainsi, Motorola ne produira plus le Moto 360 (Gibbs, 2016), Fitbit a fait l'acquisition de Pebble (Russel et Biggs, 2016) et Microsoft a discontinué son bracelet intelligent (Welch, 2016). Les utilisateurs peuvent donc s'interroger sur la pérennité de tels produits. Si l'utilisateur choisit mal et que l'entreprise n'existe plus, il possédera un produit désuet, sans support et sans garantie. Ce facteur, lié à la crédibilité de l'entreprise, influera sur la valeur perçue.

3.3.7 L'apparence et l'expression

L'utilisateur ne souhaite pas nécessairement ressembler à un cyborg (Mann, 1996). De plus, il sera plus difficile de créer de l'attachement envers un système porté impersonnel ou banal (Norman, 2004). Parce que l'habillement révèle notre personnalité, nous devons plus que jamais reconnaître ce besoin de refléter les goûts, les valeurs et les humeurs dans la technologie portée (Gökhan, 2008). Ainsi, un manque de personnalisation peut représenter un frein à l'acceptabilité (Motti et Caine, 2016). Cet enjeu est soumis à des dynamiques externes, comme l'acceptation sociale, et internes, comme la liberté d'expression. L'humain tend à valoriser l'opinion et les croyances de son entourage pour être accepté socialement (Buenaflor et Kim, 2013).

3.3.8 L'ergonomie

Il est important de tenir compte de l'ergonomie physique dans le design des systèmes portés (Buenaflor et Kim, 2013; Seymour, 2008) : la proximité et l'emplacement sur le corps, la liberté de mouvement, le poids, la dissipation de chaleur, l'anthropométrie, le confort, etc. Le poignet est un emplacement de choix pour les systèmes portés parce que cela permet un accès rapide à l'information d'un simple coup d'œil (Motti et Caine, 2015a). Si un système porté occasionne une réaction allergique sur la peau, comme ce fut le cas avec le bracelet FitBit Charge (Lamkin, 2015), ou même des brûlures sur la peau, comme avec le Samsung Gear Fit 2 (Sawh, 2017), les utilisateurs arrêteront de le porter. Bien que nous excluons l'ergonomie physique de notre étude, gardons à l'esprit qu'elle influe grandement sur l'expérience de l'utilisateur.

3.3.9 L'interface

Le paradigme de l'interface traditionnelle Fenêtres-Icônes-Menu-Pointeurs (WIMP) ne convient pas à l'informatique portée (Motti et Caine, 2015a; Starner, 2002). Des interactions continues avec un écran exigent toute l'attention de l'utilisateur. Il doit arrêter toute activité en cours. Or, le contexte d'utilisation d'un système porté ne s'y prête pas bien. Il y a des interférences possibles avec le monde réel ou la tâche primaire (Piwek et al., 2016). Les interférences avec la tâche en cours vont causer un goulot dans l'utilisation des ressources perceptuelles, d'où l'importance de concevoir un système ergonomique qui sera adapté aux capacités et aux limites de l'humain.

Récemment popularisée sous le terme de *no interface* (en français : absence d'interface) par Golden Krishna (2015), la technologie calme (*calm technology*) est un concept qui prévoit une interaction de plus en plus implicite entre l'humain et son environnement (Weiser et Brown, 1996). Cette absence d'interface est en contre-courant de la multiplication des écrans. Krishna (2015) ne prône pas tant d'éliminer les interfaces. Il nous pousse plutôt à réfléchir au bien-fondé des écrans et des interactions WIMP sur des objets connectés. Il cite notamment quelques exemples infructueux d'objets du quotidien placardé d'un écran comme les réfrigérateurs, les tableaux de bord de voiture ou les machines distributrices. L'écran ne résout rien et ne fait qu'ajouter à la charge de travail.

De ce fait, des interactions mal choisies peuvent gêner et freiner l'utilisation d'un système porté. Simplement réduire la taille de l'écran ne fait qu'engendrer des problèmes de lisibilité pour plus de 80 % des utilisateurs de montres intelligentes (Han et Luximon, 2016) et cause des ennuis de

manipulation qu'on appelle le *fatty finger* où le doigt de l'utilisateur vient obstruer l'information (Motti et Caine, 2015a). La grosseur du doigt vient limiter le nombre et la grosseur des touches du clavier (Starner, 2001). Dans l'étude de (Motti et Caine, 2016), les participants ont rencontré de nombreux problèmes lors de l'interaction avec les systèmes portés au poignet :

- le retour auditif est trop faible ou trop élevé, ce qui est problématique dans des endroits publics;
- la vibration est trop forte, ce qui la rend agaçante ou alors, elle est imperceptible ce qui s'avère catastrophique puisque la notification, l'une des principales fonctions de certains systèmes portés au poignet, devient inutile et inutilisable;
- les utilisateurs n'ont pas tous le même niveau de dextérité;
- la courbe d'apprentissage est parfois très abrupte et de nouveaux types d'interaction exigent du temps pour les mémoriser et s'habituer.

3.4 Le principal défi d'un système porté au poignet : l'interface

Ainsi, d'après (Lowens et al., 2015) et (Motti et Caine, 2016), le principal défi à ce jour demeure le design et l'évaluation de l'interface utilisateur des systèmes portés au poignet.

3.4.1 Le design ergonomique de l'interface

Les concepteurs éprouvent des problèmes à concevoir l'interaction pensée à l'origine pour les téléphones mobiles alors que les utilisateurs veulent une interface facile à utiliser (Lowens et al., 2015). Les deux principaux obstacles sont, d'une part, les dimensions qui limitent la surface pour interagir et d'autre part, les variations dans le contexte d'utilisation qui imposent un temps de complétion réduit et des ressources limitées lors de l'interaction (Motti et Caine, 2015a).

Il n'y a pas de support pour guider les chercheurs ou concepteurs dans la conception de ce genre d'interface (Motti et Caine, 2014), hormis les lignes directrices de l'industrie, comme celles de Apple et Android (Motti et Caine, 2015a). Nous ne savons pas dans quelle mesure ces lignes directrices ont été validées, mais elles sont orientées vers les buts commerciaux des entreprises. Ces parties prenantes se concentrent surtout sur des interactions explicites avec un écran – une utilisation active – plutôt que sur des interactions implicites – une utilisation passive. Or, il est

nécessaire de considérer les deux types d'interactions étant donné que le contexte d'utilisation change constamment. La recherche sur le sujet pour aider les concepteurs à améliorer l'acceptabilité s'est limitée jusqu'ici à la faisabilité et n'a pas nécessairement compte de l'utilisabilité ou des facteurs humains (Motti et Caine, 2014). En excluant la perspective de l'utilisateur durant le processus de design, l'acceptation de ces systèmes portés continuera d'être compromise (Motti et Caine, 2016), spécialement si ces systèmes sont intrusifs et encombrants (Motti et Caine, 2014). La contribution scientifique reste donc exploratoire et il n'y a pas de standard défini (Lowens et al., 2015). D'après (Siewiorek et al., 2012), les principaux défis de l'interface utilisateur d'un système porté sont les suivants :

- Il n'y a pas de modèle à proprement parler, c'est-à-dire que nous n'avons pas trouvé de métaphore pour remplacer celle du bureau pour l'ordinateur. L'auteur note que ce genre de métaphores peut prendre jusqu'à 10 ans pour atteindre une maturité satisfaisante.
- Les modalités d'entrée et de sortie ne sont pas précises ou ne sont pas faciles à utiliser, ce qui peut créer de la frustration.
- Il n'y a pas de méthode d'évaluation rapide et nous devons nous en remettre à une méthodologie en laboratoire qui a peu de valeur écologique.
- On peut facilement tomber dans le piège d'ajouter des capacités ou des fonctionnalités simplement parce qu'elles sont disponibles plutôt que de se concentrer sur le but à atteindre.
- La sensibilité au contexte est encore embryonnaire : les données recueillies par les capteurs restent à l'état brut et ne trouvent pas de correspondance avec les besoins et les buts de l'utilisateur.

L'interface sans écran du bracelet Nex a des implications sur le plan cognitif comme le seuil minimum de perception et la capacité de la mémoire. La combinaison de deux types de codes, visuels et tactiles, assure certes une meilleure détection des messages envoyés à l'utilisateur, mais le nombre de combinaisons de codes doit rester faible à cause des limites de la mémoire humaine.

3.4.1.1 Limites de la perception

Un stimulus visuel requiert moins de 200 ms pour atteindre le registre d'information sensorielle (Card, Newell et Moran, 1983). Cependant, la vue est sujette à un encombrement puisqu'on estime

qu'environ 70 % de l'information parvenant au cerveau est sous la forme visuelle (Heilig, 1992). Certains facteurs vont affecter la détectabilité de la lumière, comme l'angle visuel, l'intensité lumineuse et le temps d'exposition (Sanders et McCormick, 1993). Règle générale, plus un faisceau lumineux est large et de grande intensité, moins le temps d'exposition nécessaire sera long pour qu'il puisse être détecté.

Communiquer avec l'utilisateur au moyen de lumières n'est efficace que si le bracelet porté au poignet est dans son champ visuel et sera plus ou moins efficace selon la zone du champ visuel dans laquelle il est placé. Or la limite du champ visuel dans le plan horizontal est de 94° - 104° de part et d'autre de la ligne de vision et la limite dans le plan vertical est de 50° - 55° au-dessus de la ligne de vision et de 70° - 80° au-dessous de celle-ci (Tilley, 1993). Il est recommandé de placer les commandes et les dispositifs (de présentation d'informations visuelles) qui requièrent de l'attention (*cautionary displays*) dans les zones suivantes du champ visuel (les angles sont plus deux fois petits pour les situations urgentes) : dans le plan vertical, 30° au-dessus et 30° au-dessous de la ligne standard de vision (ou ligne horizontale) et dans le plan horizontal, 30° de part et d'autre de la ligne standard de vision (60° au total). Comme le champ visuel total (120° - 135° dans le plan vertical, 188° - 208° dans le plan horizontal) est beaucoup plus grand que le champ où il est recommandé de placer les objets requérant de l'attention, l'information visuelle provenant du bracelet sur le poignet sera donc souvent en périphérie du champ de vision. Par ailleurs, à moins d'avoir un problème de daltonisme (8,5 % des hommes et 0.004 % des femmes), l'humain peut percevoir un large spectre de couleurs. Or, l'angle formé par l'intersection entre la ligne standard de vision (ligne horizontale et droite devant soi) et la ligne allant de l'œil au bracelet affecte la perception des couleurs : dans le plan vertical, la zone de bonne perception de la couleur est de 40° pour le vert, 45° pour le rouge, 80° pour le bleu, 95° pour le jaune et 180° pour le blanc; dans le plan horizontal, elle est de 60° pour le vert, 100° pour le rouge 120° pour le bleu, 180° pour le blanc. En dehors de ces zones du champ visuel, la perception des couleurs des patrons lumineux sera affectée.

Le sens du toucher est sous-utilisé dans les interfaces (Poupyrev, Maruyama et Rekimoto, 2002; Tan et Pentland, 1997). D'une part, la peau est l'organe sensoriel le plus grand et d'autre part, le toucher offre une discrimination temporaire cinq fois plus rapide que la vue (Poupyrev et al., 2002). Le toucher est un sens très sensible et précis qui réagit rapidement à un stimulus inusité (Poupyrev et al., 2002). Conséquemment, si un dispositif haptique est mal ajusté, la vibration sera rapidement perçue comme inadéquate et le système porté peut devenir inutilisable. Les engins haptiques

peuvent être limités dans leur capacité de reproduire des tactons, ces icônes tactiles utilisées lors d'une communication non visuelle, qui combinent la fréquence, le rythme, la durée et l'amplitude (Brewster et Brown, 2004). Le dispositif haptique intégré dans le bracelet Nex, un actionneur de masse rotative, est notamment reconnu pour ses vibrations ostentatoires et peu précises, alors qu'un engin piézoélectrique, comme dans l'Apple Watch, peut reproduire avec précision un spectre plus large de tactons. L'humain peut discriminer jusqu'à neuf fréquences et quatre amplitudes (Brewster et Brown, 2004). Les variations de tempo peuvent être multiples et sont perçues comme des phrases ou de la musique (Ternes et Maclean, 2008). L'emplacement sur le corps aura une grande incidence sur la perception puisque les récepteurs de la peau ne sont pas distribués également dans le corps.

Comme le poignet n'est pas toujours dans le champ visuel de l'utilisateur, un temps total de réaction est nécessaire pour percevoir les patrons vibrotactiles et lumineux. Il existe des temps minimaux pour chaque étape du processus de détection et d'identification du stimulus (Card et al., 1983), mais le processus comporte plusieurs étapes granulaires (traiter le stimulus dans le registre sensoriel, reconnaître le patron, tourner son regard vers le poignet, etc.). Il faut alors définir un temps empiriquement lors de tests avec des sujets.

Si l'humain rencontre un stimulus ou une combinaison de stimuli qui lui est familier, le cerveau fera appel aux informations archivées dans la mémoire à long terme (Lund, 2002).

3.4.1.2 Limites de la mémoire

Le fonctionnement de la mémoire est complexe et peut échouer de différentes manières Schacter (2001). Exiger de l'utilisateur de retenir une grande quantité d'opérations ou d'états se soldera souvent par un échec (Norman, 1988). Les failles de la mémoire ont des conséquences dans la vie de tous les jours, nécessitant un support qui existent sous divers formats : le pense-bête, l'agenda, le carnet de notes, la ficelle autour du doigt, l'assistant numérique personnel, etc. Notre téléphone mobile contient tous les numéros de téléphone et nous donne accès à Google, cette gigantesque mémoire collective centralisée. Nul besoin de retenir un numéro ou le nom de l'acteur dans le dernier film à succès. Il y a cependant un coût associé à ses aide-mémoires : la mémoire est comme un muscle qui s'atrophie si on ne l'exerce pas (Schacter, 2001; Sparrow et al., 2011).

Conséquemment, le support à la mémoire est la fonction d'un système porté qui pourrait être perçue comme suffisamment utile pour motiver et justifier l'effort d'apprentissage (Starner, 2002) en permettant à l'utilisateur de se rappeler d'un rendez-vous alors qu'il n'est pas devant son ordinateur

ou qu'il n'a pas son agenda (Rhodes, 1997). L'étude de Pizza, Brown, McMillan et Lampinen (2016) confirme cette hypothèse alors que les fonctions liées au temps, comme l'horloge ou le calendrier, sont les plus utilisées par les sujets portant une montre intelligente. En indexant tous les contenus rencontrés dans une journée (visages, noms, adresses, conversations, etc.), un système porté pourrait supporter la mémoire de son porteur par la récupération des informations d'un contexte en particulier et en juste-à-temps (Starner, 2001).

La mémoire ne fonctionne pas que par question-réponse : le contexte d'un événement contient beaucoup d'informations formant des signaux sur lesquels reconstituer ce souvenir plus tard (Rhodes, 1997). Initialement, la théorie acceptée était que la répétition suffisait pour retenir l'information, mais des études ont démontré qu'un processus plus profond au niveau sémantique et dans la création de sens est impliqué (Proctor et Vu, 2012). Le contexte, comme un lieu, donne du sens à l'information et c'est lorsque nous pouvons faire du sens qu'il est possible d'encoder dans la mémoire à long terme. Cette observation nous dit que d'associer certains signaux entre eux, comme un texte avec une image ou un lieu, aide à se rappeler. C'est le cas notamment des mnémoniques.

L'un des avantages notables de l'assistant numérique personnel, comme le téléphone mobile, est qu'il contient une horloge et peut donc capter l'attention de l'utilisateur pour le notifier d'un événement au calendrier. Cette fonctionnalité en fait un organisateur de contenu proactif, plutôt que passif : il reconnaît l'heure et la date et prend action, par une vibration ou un son, pour avertir son porteur (DeVaul, 2004). Un système porté doit donc avoir ces fonctionnalités : assister la mémoire par une organisation du contenu proactive et implicite grâce à une sensibilité au contexte.

Il est clair que le bracelet Nex comporte des enjeux propres à la capacité de la mémoire. Le nombre de patrons lumineux, de patrons vibrotactiles et de gestes dont l'utilisateur pourra se rappeler et qu'il pourra concrètement utiliser est limité. Dans l'étude de Saket, Prasajo, Huang et Zhao (2013), 11 participants sur 12 pouvaient distinguer correctement quatre patrons vibrotactiles alors que 7 participants sur 12 ont pu retenir cinq patrons. Au-delà de cinq patrons, la distinction, et conséquemment, la mémorisation des patrons se fait plus difficilement. En pratique, l'humain peut distinguer facilement de 4 à 11 codes de couleurs différentes (Maguire, 1985), mais concrètement, la moyenne des utilisateurs pourront retenir facilement la signification de cinq à sept couleurs (Nowell, 1997).

Un phénomène pouvant contribuer à la mémorisation à long terme : l'effet génératif (Proctor et Vu, 2012). Lorsqu'on demande à des sujets de mémoriser des mots incomplets et qu'ils doivent recréer ces mots, ils retiennent plus de mots que des sujets à qui on présente des mots complets. Dans le cas du Nex, c'est particulièrement intéressant. Inviter les utilisateurs à créer leurs propres patrons ou choisir l'interaction tactile pourrait peut-être les aider à mémoriser plus facilement.

Plus l'utilisateur sera exposé souvent à des patrons ou des gestes au fil du temps, plus il pourra les mémoriser et les intérioriser (Schneider et Chein, 2003). Il est cependant raisonnable de penser que l'utilisateur ne voudra pas consacrer beaucoup de temps à apprendre les patrons et l'interaction tactile du bracelet Nex. Notre capacité à apprendre est liée à notre motivation et conséquemment, l'utilité perçue doit être suffisamment claire ou convaincante.

3.4.1.3 Limites de l'attention

Gérer l'attention correctement est important pour la mémorisation : les sujets de l'étude de Cutrell, Czerwinski et Horvitz (2001) ne se rappelaient plus ce qu'ils étaient en train de faire lorsqu'une interruption arrivait à un moment cognitivement chargé. Avec un système mobile, l'attention de l'utilisateur est divisée entre le déplacement spatial dans le monde réel, le repérage visuel que cela nécessite et l'utilisation du système (Kjeldskov et Stage, 2003; Starner, 2002). Conséquemment, une interface de type WIMP n'est pas appropriée pour un système porté puisqu'elle exige une attention complète et une coordination de l'œil avec la main qui interfère avec la vie réelle (DeVaul, 2004; Starner, 2002). L'humain dispose de ressources attentionnelles limitées : s'il y a plusieurs messages se disputant la même ressource, il y aura une baisse significative de performance causée par l'effet de goulot d'étranglement (Rogers, W. A., Rousseau et Fisk, 1999). Comme le bracelet Nex n'a pas d'écran, c'est un bon point de départ pour éviter un tel piège et explorer d'autres interactions tenant compte des limites de l'attention humaine.

Or, le bracelet Nex est un système de notifications que l'on porte au poignet. Par notification, on entend tout signal visuel, auditif ou haptique d'un système, service ou application pour alerter l'utilisateur d'une information qui n'est pas au centre de son attention (Sahami Shirazi et al., 2014). Les notifications distraient et interrompent les utilisateurs (Cutrell et al., 2001; Sahami Shirazi et al., 2014) pour livrer un message qui n'est pas nécessairement en lien avec la tâche en cours (McCrickard, Czerwinski et Bartram, 2003). Les utilisateurs se sentent particulièrement frustrés lorsqu'ils reçoivent trop de notifications sur leur téléphone mobile (Sahami Shirazi et al., 2014).

Les systèmes portés envoyant trop de notifications peuvent être accablants, dérangeants, distrayants et même agaçants (Motti et Caine, 2016).

En milieu de travail, les participants de l'étude de Sahami Shirazi et al. (2014) trouvaient difficile de revenir à la tâche primaire et ont rapporté une charge mentale accrue suite à cette interruption. En fait, plus le travail est cognitivement exigeant, plus l'effet est prononcé. Les sujets de l'étude de Cutrell et al. (2001) étaient beaucoup plus lents dans la tâche en cours après avoir reçu un message instantané, spécialement lors d'une tâche de recherche dans une liste ou sur le web. Si l'interruption arrive plus tôt dans le processus, comme au début d'une nouvelle tâche, le coût cognitif est d'autant plus élevé. Les participants pouvaient même oublier le but premier de la tâche qu'ils venaient tout juste d'entreprendre, supportant la théorie du canal unique de traitement de l'information observé lors la période réfractaire psychologique de Telford (1931).

3.4.2 L'évaluation de l'interface

À ce jour, que ce soit pour l'utilisabilité ou l'expérience utilisateur, il existe très peu d'études sur l'évaluation ergonomique des systèmes portés. Vraisemblablement pour deux principales raisons : d'une part, il est difficile d'observer ce que l'utilisateur perçoit lors d'une interaction aussi intime et personnelle (Plouznikoff, 2008), et d'autre part, le contexte d'utilisation d'un système porté varie beaucoup. Une méthodologie d'observation en laboratoire n'offre que peu de validité écologique lorsque l'on veut observer l'expérience utilisateur d'un système porté *in situ* (Motti et Caine, 2016). Le test d'utilisabilité en laboratoire tel qu'on le connaît, où un modérateur guide l'utilisateur dans des tâches et observe les interactions, s'applique bien pour évaluer un site web, un logiciel ou une application. La configuration est très près de la réalité puisque le sujet humain est assis à un bureau devant un ordinateur. Il en est tout autrement pour un système porté qui accompagne l'utilisateur tout au long de la journée.

La plupart des travaux présentés dans la littérature scientifique sont exploratoires et concernent de nouvelles interactions avec les systèmes portés au poignet ou des prototypes non validés auprès de participants (Motti et Caine, 2016). Sur sept études analysées par ces auteurs, seulement deux comportent une évaluation avec des utilisateurs. Ces deux évaluations sont cependant limitées à un environnement contrôlé dans un laboratoire avec un petit échantillon. À notre connaissance, seuls Pizza et al. (2016) ont conduit une évaluation sur le terrain qui porte sur une montre intelligente. Il

existe quelques lignes directrices hypothétiques (Lowens et al., 2015; Motti et Caine, 2015a), mais une validation écologique des solutions proposées est encore manquante (Motti et Caine, 2016).

3.5 Principes de design applicables à l'interface du Nex

Bien que la conception d'interfaces de systèmes portés soit encore à ce jour un sujet relativement peu mature, le concepteur d'IHO dispose de règles de conception, comme les critères ergonomiques de Bastien et Scapin (1993), les heuristiques de Nielsen (1994) ou les huit règles d'or de Shneiderman et al. (2016), qui s'appliquent à tout système interactif, incluant les systèmes ayant une interface non traditionnelle (Kortum, 2008). Nous ne disposons que très peu de règles spécifiques à la conception de l'interface utilisateur d'un système porté au poignet. Il faut les définir à partir d'études empiriques ou de patrons de conception existants.

C'est notamment ce qu'a tenté de faire Lowens et al. (2015) en étudiant les commentaires des utilisateurs pour en tirer des recommandations. Cependant, ces recommandations sont génériques aux systèmes portés (ex., durabilité, dimension, précision de l'algorithme, etc.) et non spécifiques à l'interface. Même chose pour les critères proposés par Ledger et McCaffrey (2014) qui concernent surtout le système porté comme tel, sa forme, son confort et sa durabilité. Dans les 20 principes de Motti et Caine (2014) listés à l'Annexe B, au moins la moitié concernent l'interface et sont de bonnes pratiques à considérer.

Dans l'ensemble, le design de l'interface utilisateur d'un système porté au poignet est complexe et exige de tenir compte de plusieurs contraintes et exigences (Motti et Caine, 2015a). Par exemple, l'interface utilisateur d'un système porté au poignet doit :

- être simplifiée pour satisfaire certaines contraintes, telles que des dimensions réduites pour une interaction facile, un temps d'exécution rapide, et une faible sollicitation des ressources attentionnelles lors de l'interaction (Motti et Caine, 2015a);
- minimiser et optimiser la fréquence des interruptions;
- éviter les entrées accidentelles;
- recueillir des données avec exactitude pour prévenir des interprétations erronées.

L'interface idéale d'un système porté doit être intuitive et minimiser l'attention grâce à des interactions implicites permettant une entrée passive de données (Lowens et al., 2015). Elle devrait

comporter une charge perceptuelle et cognitive faible grâce à de l'information présentée en mode juste-à-temps (Plouznikoff, 2008). D'après DeVaul (2004), une interaction qui requiert peu de ressources attentionnelles doit :

- éviter l'encombrement tant perceptuel que physique;
- éviter les interactions inutiles en utilisant le contexte comme interaction implicite;
- concevoir des interfaces intuitives et rapides à interpréter;
- simplifier les opérations, mais sans trop simplifier;
- éviter les pointeurs, les états cachés, les changements non significatifs.

Dans la littérature, il existe des patrons de conception pouvant nous aider à rencontrer ces critères de charge cognitive faible que nous allons définir dans la section suivante : l'affichage ambiant (c.à-d. en périphérie) et l'interface multimodale à l'aide de micros interactions. De plus, l'interaction implicite gagnerait à être davantage taillée sur mesure pour le porteur du bracelet afin d'en améliorer la performance. Finalement, une codification appropriée et intuitive de l'information sera importante pour réduire le coût cognitif.

Ledger et McCaffrey (2014) nous invitent à explorer l'interface persuasive et la captologie de Fogg (2009) pour engager l'utilisateur à long terme et pallier l'abandon des systèmes portés. L'influençabilité est notamment utile pour motiver l'utilisateur à modifier son comportement (Brangier et Bastien, 2010) et serait appropriée dans le cadre d'une interface orientée vers la santé et le bien-être. Comme ce n'est pas le cas du bracelet Nex, nous ne traiterons pas du design de persuasion.

3.5.1 L'affichage ambiant

L'affichage ambiant est une façon esthétiquement agréable d'afficher l'information en périphérie du champ visuel de l'utilisateur pour supporter la mémoire comme un agenda électronique (Bakker, van den Hoven et Eggen, 2015). Bien que l'affichage ambiant ait été utilisé dans des objets connectés comme le Ambient Orb (Rose, 2014), il n'a pas encore été utilisé dans une interface de système porté au poignet. Les systèmes ambiants d'information incluent les systèmes de notifications comme le bracelet Nex (Bakker et al., 2015; Pousman et Stasko, 2006). Ces affichages permettent à l'utilisateur d'être conscient de certaines informations tout en vaquant à ses

occupations sans être surchargé (Matthews, Dey, Mankoff, Carter et Rattenbury, 2004). L'information n'est pas à l'écran mais dans l'environnement et elle se manifeste par des changements subtils de formes, mouvements, sons, couleurs, odeurs, températures et lumières (Ishii et Ullmer, 1997; Wisneski et al., 1998). L'information ainsi présentée doit être non critique. Elle peut être présentée à l'un ou l'autre des cinq sens, mais la modalité choisie doit prendre en considération la tâche primaire (Wisneski et al., 1998). Par exemple, la vibration requiert peu de ressources lorsque l'attention est dirigée vers une tâche visuelle (Poupyrev et al., 2002).

L'affichage ambiant présente de l'information en périphérie, ce à quoi nous sommes attentifs de façon inconsciente (Weiser et Brown, 1996). L'humain reçoit de l'information de deux façons : au centre de l'attention et tout autour, provenant de son l'environnement. La plupart de l'information qui nous parvient est en périphérie de notre attention : la fenêtre nous laisse savoir la température et le moment de la journée, l'horloge nous donne l'heure, les traces de pas dans la neige nous informent où les gens ont passé avant nous (Matthews et al., 2004). Cette information est traitée, mais sans vraiment qu'on s'y attarde (Ishii et Ullmer, 1997). L'exemple le plus cité dans la littérature qui illustre le mieux ce processus de filtrage est l'effet du « cocktail party » (Cherry, 1953) où seuls les stimuli importants pour l'utilisateur seront ramenés au centre de l'attention pour y être analysés. Si l'information est plus saillante, distincte ou pertinente en fonction des buts de l'utilisateur, elle passera à l'état conscient de l'attention (Treisman, 1985) et ce, en moins de 200 millisecondes pour un stimulus visuel (Healey, Booth et Enns, 1996).

Nex est un dispositif faisant appel à deux modalités sensorielles (vue et toucher) pour présenter des informations qualitatives au moyen de lumières et de vibrations. Les dispositifs présentant de l'information qualitative sont préférables aux dispositifs numériques quand il s'agit de rapidité de lecture et quand la précision n'est pas nécessaire (Sanders et McCormick, 1993; Zeff, 1965). D'après Rose (2014), c'est le principal avantage de l'affichage ambiant où la lecture se fait beaucoup plus rapidement que la lecture consciente d'un texte. Cette qualité de détectabilité en périphérie peut avoir un effet calmant : elle informe sans surcharger (Rose, 2014; Weiser et Brown, 1996).

Lors du design d'un système ambiant d'information comme le Nex, il faut considérer la quantité d'informations différentes à présenter, le degré de notification qui détermine dans quelle mesure et comment l'utilisateur est alerté, le degré d'abstraction de la représentation de l'information et l'esthétisme de l'affichage (Pousman et Stasko, 2006). Le bracelet Nex présente un affichage

symbolique : il n'a pas d'écran et utilise la lumière ou la vibration pour transmettre une information sous une forme abstraite. L'affichage symbolique présente très peu d'information critique, généralement un seul élément, en périphérie, de façon abstraite, esthétique et sculpturale avec des composantes comme la lumière, l'eau, l'odeur ou le mouvement.

Il existe quelques heuristiques de design spécifiques à l'affichage ambiant (Gross, 2003; Mankoff et al., 2003) dont certaines s'appliquent au bracelet Nex. Par exemple, le système doit pouvoir préserver la vie privée en ne présentant pas d'informations sensibles ou personnelles. Augmenter l'abstraction et rendre l'information plus décorative peut résoudre ce problème (Bakker et al., 2015), comme l'utilisation des patrons lumineux du Nex. De plus, le système doit toujours être disponible et accessible (Miller et Stasko, 2002), c'est-à-dire qu'aucune mise en marche n'est nécessaire pour l'utiliser (Bakker et al., 2015). Ainsi, le Nex doit fonctionner en tout temps.

L'information périphérique permet de garder les utilisateurs en contact avec les gens et avec l'environnement. Les humains ont besoin de se sentir connectés aux autres, à ceux qu'ils aiment, même à distance (Wisneski et al., 1998). Malgré la nature disruptive des notifications, les utilisateurs peuvent voir de la valeur dans l'information livrée et les bénéfices peuvent être nombreux, surtout lorsqu'il s'agit d'être conscient des personnes et des événements qui les entourent (McCrickard et al., 2003). C'est pourquoi les messages textes et la messagerie instantanée sont les plus prisés dans un système porté (Pizza et al., 2016; Sahami Shirazi et al., 2014). Dans le cas du LumiTouch, l'utilisation de la lumière sert à la fois de représentation ambiante et de transmission d'un message, ce qui permet à l'utilisateur de faire la transition entre communication passive et active avec une autre personne à distance (Chang, Resner, Koerner, Wang et Ishii, 2001). Lors d'une communication passive, le LumiTouch émet une lueur ambiante qui indique à distance s'il y aura quelqu'un au bout de la ligne et si cette personne est disponible pour échanger. Lors d'une communication active, l'affichage varie en fonction de la pression exercée sur le dispositif. À tout moment, le récipiendaire peut à son tour prendre l'objet et le comprimer de différentes façons pour répondre. Cette transition d'une modalité à l'autre est la prémisse de l'interface multimodale.

3.5.2 L'interface multimodale et les micro-interactions

Une interface multimodale permet d'interagir dans plus d'une modalité sensorielle comme la vue, l'ouïe et le toucher à l'aide de dispositifs informatiques variés comme un engin haptique ou des

capteurs de mouvement (Jaimes et Sebe, 2007; Oviatt, 2003). Il y a de nombreux bénéfices à ce type d'interface, tels que pouvoir basculer vers une autre modalité sensorielle selon le contexte d'utilisation et utiliser la redondance pour minimiser les erreurs. Lorsqu'une modalité sensorielle est déjà surchargée, l'utilisateur peut changer pour une modalité qui requiert des ressources attentionnelles de nature différente (Wickens, 1987). Par exemple, il peut utiliser des instructions vocales pour s'orienter lorsqu'il conduit. Quant au codage redondant de l'information, il permet de diminuer les risques d'erreurs (Klemmer, 1958). Le principal avantage d'une interface multimodale est par exemple de libérer l'utilisateur lors de ses déplacements alors que son attention visuelle est dédiée à naviguer dans l'environnement (Brewster, Lumsden, Bell, Hall et Tasker, 2003).

L'interface du Nex donne une rétroaction à l'utilisateur sous forme de vibrations (modalité tactile) et de lumières (modalité visuelle) et comprend un périphérique d'entrée à cinq boutons (modalité tactile). La vibration permet d'attirer l'attention de l'utilisateur vers son poignet pour lui signaler qu'un message lumineux sera affiché. Un changement de modalité s'effectue. Si l'utilisateur ne voit pas le message visuel, il aura au moins capté la moitié de l'information grâce à la vibration présentée au préalable.

Une micro-interaction est une boucle d'interactions où l'utilisateur exécute une commande à laquelle l'ordinateur répond, le tout étant complété dans un délai très court, soit moins de quatre secondes (Ashbrook, 2010). Le but d'une micro-interaction est de réduire le gouffre entre l'exécution, soit la commande entrée par l'utilisateur, et l'évaluation, soit la réponse de l'ordinateur. Pour y parvenir, il faut réduire le temps d'accès lors d'une commande entrée par l'utilisateur. Par exemple, lors d'une tâche réalisée avec un téléphone intelligent, il faut d'abord allumer l'écran, le débarrer, trouver une application, l'ouvrir, accéder au bon écran et entrer une commande, ce qui requiert plus de quatre secondes. Ce n'est pas approprié lors d'un déplacement puisque trop de ressources attentionnelles sont alors requises. À l'inverse, appuyer sur un bouton physique sur une radio nous donne une rétroaction instantanée et exige très peu de ressource. Les cinq boutons programmables du Nex peuvent donc potentiellement réduire le temps d'interaction. De plus, les patrons lumineux et vibrotactiles nous informent en un coup d'œil si l'information est pertinente ou non.

Ainsi, les micro-interactions requièrent peu d'attention et peu d'effort cognitif de la part de l'utilisateur tout en étant économiques en terme de traitement, de mémoire ou d'énergie de l'appareil

(Motti et Caine, 2015a). De plus, elles nous évitent la fatigue ou l'inconfort de tourner le poignet devant soi trop longtemps (Lowens et al., 2015). Ces interactions minimalistes sont la pierre angulaire d'une communication fluide et efficace des entrées et des sorties entre le porteur et un système porté au poignet (Motti et Caine, 2015a).

L'étude de (Xu et Lyons, 2015) investigate notamment ce genre d'interactions en utilisant des patrons de lumières de couleur et des icônes pour notifier l'utilisateur d'un événement au calendrier, d'un appel ou d'un message. En ce sens, la montre proposée (Figure 3.6) ressemble au bracelet Nex, mais comme expliqué par (Motti et Caine, 2016), l'étude de (Xu et Lyons, 2015) est exploratoire et le prototype n'a pas été validé sur le terrain.

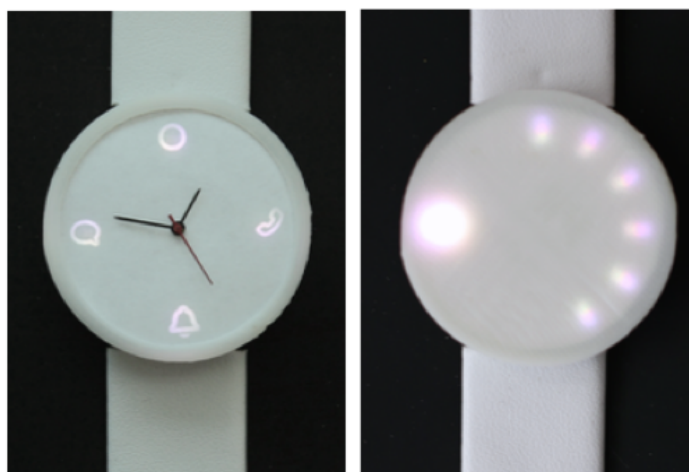


Figure 3.6 : Le prototype de montre intelligente de Xu et Lyons (2015)

3.5.3 L'interaction implicite et la personnalisation

Les systèmes portés doivent être taillés sur mesure pour chaque utilisateur au même titre qu'on ajuste un veston à son porteur (Starner, 2001). La clé de l'acceptation et de l'engagement à long terme pour des systèmes portés au poignet est la personnalisation de l'utilisateur afin de lui permettre d'adapter l'interface à ses besoins et d'avoir une expérience positive (Motti et Caine, 2016). Cette personnalisation peut porter sur de multiples éléments : ajustement de la modalité auditive (nature, volume, fréquence), ajustement de l'intensité de la vibration, choix du type d'entrée ou de la modalité, choix des fonctionnalités, ajustement des contrastes et calibration des mesures captées en fonction des caractéristiques de l'utilisateur, etc. Il n'est pas suffisant de recueillir des données contextuelles : la rétroaction doit être spécifique et significative en fonction

des besoins de chaque utilisateur. Présenter de l'information personnalisée, au bon moment, au bon endroit et de façon non-intrusive serait une stratégie efficace pour motiver et retenir les utilisateurs d'un système porté sur le long terme (Intille, 2004). Pour ce faire, la précision des données contextuelles recueillies et l'exactitude de l'interprétation de ces données sont essentielles pour aspirer à une meilleure EU (Motti et Caine, 2016).

L'interface idéale du système porté devrait pouvoir détecter le contexte de l'utilisateur et adapter la modalité de ses interactions en conséquence (Starner, 2002). C'est pourquoi l'interface multimodale est un choix judicieux pour un système porté. Cette sensibilité au contexte passe par des capteurs, comme l'accéléromètre qui détecte le mouvement ou le GPS qui détermine l'emplacement. Le contexte de l'utilisateur peut être riche en information et si l'information est correctement interprétée par un assistant personnel comme un système porté, cet assistant pourra anticiper les besoins de son porteur de façon proactive (Siewiorek et al., 2012).

Avec la sensibilité au contexte d'un système porté, il n'est pas toujours nécessaire pour l'utilisateur d'entrer une commande explicite : l'interaction se fait implicitement par une perception de la donnée (capteur) et une interprétation de celle-ci (traitement informatisé) (Schmidt, 2000). Par exemple, si un utilisateur qui détient un badge admissible se présente devant une porte, le système le détectera et ouvrira la porte automatiquement. Le principal avantage des interactions implicites dans une IHO, et plus spécialement pour un système porté comme le bracelet Nex, est de réduire les interruptions (Schmidt, 2000).

L'interface idéale d'un système porté permettrait à l'utilisateur de s'exprimer à différents niveaux : elle est communicative dans la mesure où elle permet de communiquer avec d'autres personnes ou de produire des médias expressifs (Mann, 2001). Le vêtement a toujours été un moyen d'expression puissant, permettant d'afficher notre personnalité ou évoquer un statut social (Gökhan, 2008). Le design, la mode et l'apparence s'avèrent des plus importants lorsqu'il s'agit d'une technologie que l'on porte comme un bijou, un accessoire ou un vêtement (Seymour, 2008).

Par ailleurs, nous assistons à une plus grande personnalisation de la technologie. L'étude de Karahanoğlu et Erbuğ (2011) témoigne de l'importance de la qualité d'expression : l'utilisateur veut ainsi s'affirmer et considérer le système porté comme l'extension de sa personnalité. Au Japon, le *Keitai* (téléphone cellulaire en japonais) sert essentiellement à envoyer des messages puisque certaines législations interdisent les conversations téléphoniques dans les endroits publics. Ces

téléphones sont toujours hautement personnalisés par leur propriétaire, spécialement chez les jeunes adolescentes (Baron, 2010).

D'autre part, avec l'arrivée des communications informatisées, le dialogue utilise de plus en plus de contractions et de raccourcis, symboles et pictogrammes (Baron, 2010). Or, l'humain dépend de signaux visuels et auditifs pour décoder les émotions chez les autres (Jaimes et Sebe, 2005; Uğur, 2013). De l'information contextuelle, comme le langage corporel, les expressions faciales et les intonations de voix, est transmise de façon implicite lors d'un dialogue en présentiel (Schmidt, 2000). En l'absence de ces signaux, nous utilisons la couleur, le mouvement, la musique et les symboles pour transmettre les émotions. D'où la popularité grandissante des émoticôns et des autocollants animés dans nos dialogues électroniques. Dans le cas du Nex, les patrons lumineux et vibrotactiles permettent de faire ces contractions dans le dialogue. Le LumiTouch (Chang et al., 2001) est un excellent exemple d'expression dans une interface applicable à un système porté. La communication entre les deux personnes à distance est intime, par convention secrète, et créative grâce à une grande liberté d'expression dans les paramètres, comme l'intensité lumineuse et les couleurs.

Le bracelet Nex, avec sa modularité, permet à l'utilisateur de personnaliser l'apparence. Avec le module d'édition des patrons lumineux, la personnalisation des interactions tactiles et la création d'interactions implicites sur mesure, l'utilisateur pourra façonner l'interface pour qu'elle corresponde davantage à son modèle mental de communication.

3.5.4 La codification intuitive de l'information par des patrons

Pour livrer l'information, il faut faire des choix de design qui considèrent l'espace d'affichage, l'environnement et la codification de l'information de façon à diminuer l'impact négatif des notifications (McCrickard et al., 2003).

Codifier l'information livrée par le bracelet Nex pour qu'elle soit transparente pose quelques questions : quel type d'information veut-on livrer à l'utilisateur, à quel moment et comment ? Bien qu'il existe des lignes directrices sur la présentation d'informations visuelles statiques ou dynamiques (Sanders et McCormick, 1993), notamment avec des lumières, il n'en existe pas sur la combinaison entre le nombre de lumières allumées de différentes couleurs et les mouvements de

ces lumières. Il faut donc définir de nouvelles règles de façon empirique à l'aide de données recueillies sur le terrain.

Dans le design de visualisation et la codification de l'information, il y a deux perspectives (Ware, 2012). La première considère la codification comme étant sémiotique, soit un langage visuel appris, c'est-à-dire, des symboles et des signes basés sur des conventions sociales et des stéréotypes. Ces codes arbitraires peuvent être cependant difficiles à apprendre, facilement oubliés et empreints d'une culture particulière. Durant l'étude du LumiTouch (Chang et al., 2001), les utilisateurs ont défini différentes combinaisons d'intensité de lumière, de couleurs et de retours haptiques et ont convenu secrètement de la signification des codes entre eux. Ces combinaisons de couleurs et de patrons lumineux ont formé un langage abstrait des émotions. Les combinaisons de couleurs et de la force exercée sur l'objet déterminent la grammaire alors que la durée fournit une syntaxe dans cette forme de dialecte créatif et très personnel. Le rouge, par exemple, signifiait que l'utilisateur est occupé ou non disponible.

La deuxième perspective est basée sur la science de la perception qui nous assure une rapidité de compréhension et de discrimination tout en étant valide dans différentes cultures (Ware, 2012). On l'a écrit plus haut, le Nex utilise des patrons de lumières et de vibrations pour communiquer avec son porteur. Or, les lois de la Gestalt (Koffka, 1935) nous enseignent que l'humain est doué pour reconnaître des patrons. En fait, notre cerveau cherche à former des patrons avec l'information qui lui parvient pour faire du sens en regroupant les éléments, en les opposant, en les complétant ou en les faisant pivoter. Il faut tirer profit de notre habileté de reconnaissance rapide de patrons pour réduire l'effort cognitif (Johnson, 2010; Kahneman, 1973). Lors de la conception d'un patron lumineux pour le Nex, cela signifie que d'allumer les cinq voyants dans une séquence précise sera plus porteur de signification et plus facile à discriminer que d'allumer les cinq voyants de façon aléatoire.

3.5.4.1 Codification de la modalité visuelle : les patrons lumineux

Les indicateurs de statuts les plus couramment utilisés sous forme de lumière sont les feux de circulation. Les lumières d'identification dans les indicateurs de statuts peuvent être codées de différentes façons : couleur, espacement, taux de clignotement et emplacement (Heglin, 1973). Dans la plupart des cas, on utilise un codage redondant (Maguire, 1985; Ware, 2012), par exemple,

les couleurs rouge, vert et jaune correspondent respectivement aux emplacements du haut, du milieu ou du bas pour les feux de circulation (Sanders et McCormick, 1993).

Un taux de clignotement rapide de 3 à 10 par seconde d'une durée d'au moins 50 ms chacun est utilisé pour attirer l'attention de l'utilisateur lorsque l'information est urgente (Sanders et McCormick, 1993). Il ne faut pas en abuser. Comme nous l'avons vu dans la section précédente, dans le cas d'un affichage ambiant, on vise plutôt une transition lente et des changements subtils pour présenter une information qui n'est pas critique. Par contre, si la variation est trop subtile dans le mouvement et le rythme avec lequel les lumières sont allumées ou éteintes, la discrimination sera plus difficile. Pour les lumières, il est recommandé de façon pratique de ne pas dépasser deux taux de clignotement (Sanders et McCormick, 1993) et deux niveaux d'intensités lumineuses lorsqu'une discrimination est nécessaire. Comme nous voulons obtenir un temps de lecture rapide pour réduire le gouffre d'exécution, un patron lumineux ne doit pas excéder plus de quatre secondes.

La couleur est un codage visuel puissant qui peut améliorer notre capacité à rechercher, compter et nous rappeler de certaines choses (Plouznikoff, Plouznikoff et Robert, 2005). Elle est couramment utilisée dans de très nombreux domaines, par exemple, pour aider les enfants à mémoriser les chiffres ou l'alphabet ou pour aider les patients souffrant d'un traumatisme crânien à réapprendre certaines opérations. De façon pratique, il est recommandé de ne pas dépasser neuf couleurs (Maguire, 1985; Ware, 2012). On peut ainsi avoir recours à des stéréotypes comme le rouge pour le chaud et le bleu pour le froid.

La couleur peut évoquer des réponses émotionnelles (Uğur, 2013). C'est pourquoi la codification des émotions par la couleur est très répandue. La représentation la plus connue est probablement la roue de Plutchik (1980) : elle peut servir de référence pour codifier des patrons lumineux qui expriment des émotions lors d'une communication au sujet de la joie, la peine ou l'amour (Figure 3.7).

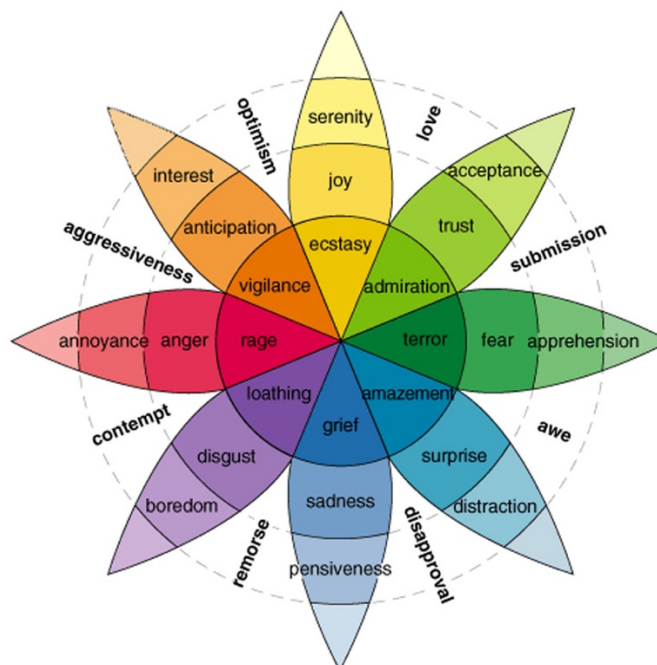


Figure 3.7 : La roue chromatique des émotions de Plutchik (1980)

Les notifications couramment utilisées sur un téléphone intelligent que l'utilisateur pourrait s'attendre à retrouver sur son bracelet sont : les appels entrants, les SMS, les événements dans les réseaux sociaux comme les mentions sur Facebook, les événements au calendrier, les courriels et enfin, les alarmes de type réveil-matin. Ces notifications peuvent être représentées par les couleurs attribuées à ces différentes applications. Par exemple, Facebook utilise le bleu et les SMS, le vert (iOS). Puisque ces couleurs peuvent être facilement reconnues par ceux et celles qui utilisent leur téléphone intelligent tous les jours, elles pourraient permettre d'abaisser le niveau d'effort requis lors de l'apprentissage des patrons.

Le mouvement peut aussi servir de code. En fait, l'humain est plus efficace à détecter et identifier un objet en mouvement qu'un objet statique (Bartram, Ware et Calvert, 2003). Le mouvement a la particularité d'attirer l'attention même dans un champ visuel large (Tilley, 1993). Ce n'est pas tant le mouvement comme tel qui capte l'attention que l'apparition d'un nouvel objet dans le champ visuel (Bartram et al., 2003). L'humain est aussi très bon à suivre et prédire la trajectoire d'un mouvement. Le mouvement peut ajouter une dimension distincte au code de couleur. L'amplitude du mouvement peut être faible, avec moins d'un degré de l'angle visuel, et tout de même être hautement détectable. C'est aussi pour cette raison qu'il ne faut pas en abuser : les bannières animées et les images qui sautillent sur une page web sont dérangeantes voire même agaçantes

lorsqu'un utilisateur essaie de lire la page (Bartram et al., 2003). La signification d'un mouvement sera utile dans la conception des patrons lumineux alors que les cinq voyants peuvent être allumés séparément et consécutivement dans une séquence. Par exemple : un déplacement de gauche à droite va vers l'avant ou est ascendant; de droite à gauche va vers l'arrière ou est descendant; le déplacement de chaque côté vers le centre va vers l'intérieur ou converge; du centre vers les côtés va vers l'extérieur ou diverge.

3.5.4.2 Codification de la modalité tactile : les patrons vibrotactiles

L'utilisation de l'haptique dans les IHO est un sujet d'étude bien documenté et il existe déjà des bibliothèques de tactons, ces patrons vibrotactiles. Un tacton encode l'information en manipulant les paramètres cutanés de la perception (Brewster et Brown, 2004). Il utilise le rythme, la fréquence, l'amplitude et la durée pour exprimer un concept ou un symbole. Le toucher est une façon très intime de communiquer (Chang et al., 2001) et joue un rôle important dans nos relations interpersonnelles (Uğur, 2013). Dans le cadre de cette étude, nous allons réutiliser une bibliothèque existante de patrons vibrotactiles. Comme l'étude de Saket et al. (2013) stipule que les utilisateurs peuvent distinguer cinq vibrations différents, nous allons offrir une librairie de cinq patrons vibrotactiles parmi lesquels l'utilisateur pourra choisir en fonction des différentes notifications, et qu'il pourra changer. Les caractéristiques de ces vibrations seront définies dans le protocole expérimental en chapitre 4.

3.5.4.3 Codification de la modalité tactile : l'interaction avec les cinq boutons

Avec les écrans tactiles qui sont maintenant très répandus, l'interaction au moyen de la modalité tactile est déjà largement utilisée et certaines conventions d'usage (ex., double tape, maintenir enfoncé, glisser, etc.) ont fait leur chemin, mais au prix d'une courbe d'apprentissage qui laisse quelques utilisateurs à la traîne (Norman et Nielsen, 2010). Ainsi, Norman (2010) nous prévient qu'une interface utilisateur naturelle (NUI) n'est pas nécessairement naturelle pour tous les utilisateurs qui doivent apprendre des gestes qui ont parfois peu de correspondance avec le monde réel. Il sera peut-être plus facile pour les utilisateurs d'apprendre ces interactions tactiles s'ils les choisissent eux-mêmes grâce aux cinq boutons programmables du Nex.

3.6 Méthodes applicables pour évaluer l'interface du Nex

De par sa nature très personnelle, il est clair que l'évaluation d'un système porté pose un certain défi (Plouznikoff, 2008). La recherche sur le sujet se concentre surtout sur les technologies mobiles comme le téléphone intelligent (Kjeldskov et Stage, 2003) ou la réalité augmentée et comment capter ce que l'utilisateur voit à travers des lunettes (Suomela, Lehtikainen et Salminen, 2001). Le chercheur doit pouvoir examiner comment l'utilisateur interagit avec le système porté lors de l'interaction. Or, avec les systèmes portés, le contexte d'utilisation toujours changeant influence grandement sur l'expérience vécue (Lyons et Starner, 2001; Motti et Caine, 2016). On cherche alors à étudier l'interaction en captant l'utilisation sur le terrain dans des circonstances naturelles. D'après Kjeldskov et Stage (2003), les trois enjeux à surmonter sont :

- établir une étude réaliste qui capturent des moments clés de l'interaction;
- appliquer des techniques existantes comme la méthode du penser tout haut et l'observation sur le terrain;
- collecter des données contrôlées et vérifiables alors que l'utilisateur est en déplacement.

L'évaluation des systèmes mobiles fait face à des enjeux et particularités uniques comme la limite de bande passante, le manque de fiabilité des réseaux sans fil et des contextes changeants (Zhang et Adipat, 2005). On retrouve le même type d'enjeux avec les systèmes portés. Il est difficile de prévoir avec exactitude tous les scénarios et contextes d'utilisation : l'utilisateur peut être debout, marcher, être assis dans la lumière ou dans le noir. La principale limitation du test d'utilisabilité en laboratoire est qu'il ne tient pas compte d'un environnement réel où il y aurait des conditions imprévisibles comme un manque de fiabilité du réseau.

La passation de tests d'utilisabilité en situation réelle — *in situ*, *in vitro* ou *in vivo* selon l'auteur — fait son chemin dans les pratiques pour évaluer les technologies mobiles (Kjeldskov et Stage, 2003; Lallemand et Gronier, 2015; Pizza et al., 2016). Pizza et al. (2016) ont utilisé une mini caméra portable pour enregistrer *in vivo* l'utilisation des montres intelligentes par une cohorte de 12 participants pendant un mois. Ces enregistrements étaient combinés à des entrevues et l'ensemble des données a permis de bien comprendre comment les montres intelligentes sont utilisées, pour quelles raisons et dans quels contextes. Des évaluations sur le terrain semblent indispensables, mais plus difficiles à faire : collecter des vidéos de qualité est très compliqué puisque les utilisateurs

vont parfois accidentellement cacher l'écran avec leurs mains (Kjeldskov et Stage, 2003). Ainsi, l'étude de Pizza et al. (2016) comportait au moins 7 % des interactions qui étaient non visibles.

3.6.1 Une méthode hybride de l'évaluation

Les efforts d'évaluation des systèmes mobiles se sont concentrés jusqu'à maintenant sur l'élaboration de solutions sur mesure (Lyons et Starner, 2001). Notamment, Kjeldskov et Stage (2003) ont utilisé une combinaison de techniques pour évaluer un système mobile :

- des tests d'utilisabilité en laboratoire et sur le terrain où les enregistrements vidéo ont été analysés pour repérer les problèmes d'utilisabilité;
- un programme en arrière-plan qui collecte toutes les interactions et le temps passé sur chaque tâche, permettant ainsi de connaître la performance;
- une évaluation de la charge de travail mentale avec le NASA-TLX après chaque test.

Cette approche a permis de couvrir les notions de mobilité et d'attention divisée, mais de l'aveu des auteurs, ça ne couvre pas le contexte social dans lequel évolue un système mobile. Pemberton et Fallahkhair (2006) ont eux aussi défini une méthodologie mixte pour évaluer les technologies mobiles comme le téléphone mobile :

- l'observation de l'activité avec la technique du magicien d'Oz où les participants utilisent un prototype suffisamment fonctionnel à travers des scénarios spécifiques et des tâches réalisables;
- le questionnaire d'utilisabilité basé sur l'ISO 9241 qui comprend 54 questions regroupées en six aspects de l'utilisabilité sur une échelle de 1 à 5;
- une échelle de fonctionnalités où les participants sont invités à classer 20 fonctionnalités en ordre d'utilité du moins utile (1) au plus utile (5);
- une échelle de désirabilité pour évaluer l'acceptabilité globale du système où les participants font une sélection dans 118 cartes marquées d'un attribut pour ne retenir que cinq attributs les plus importants à la fin du processus d'élimination.

L'approche de Pemberton et Fallahkhair (2006) a l'avantage de mieux couvrir les aspects hédoniques alors que Kjeldskov et Stage (2003) se concentrent sur les aspects pragmatiques du

système. Si l'on se fie au paradigme actuel de conception IHO, on doit considérer l'évaluation de l'EU d'un système porté sous toutes ses coutures et pas seulement d'après ses qualités pragmatiques. Sans passer en revue tous les modèles de l'EU existants, ce qui nous intéresse dans le cadre de cette étude sont les dimensions pragmatique, hédonique et temporelle du produit (Hassenzahl, 2003; Karapanos, 2013) : est-ce que le produit est utilisable ? Suscite-t-il des émotions positives ? Est-ce que les utilisateurs en font une utilisation à long terme ? Il faut penser le produit dans le temps : avant l'usage, lors de l'usage, à long terme et en rétrospective après l'utilisation (Lallemand et Gronier, 2015).

Deux approches méthodologiques seront donc utilisées dans le cadre de l'évaluation du bracelet Nex : le test en laboratoire et l'étude sur le terrain (Zhang et Adipat, 2005). Les deux méthodes ont des avantages et des inconvénients. Une méthode hybride qui combine les deux approches est à considérer pour couvrir les différentes questions possibles dans le cadre de l'évaluation de l'interface d'un système porté au poignet.

3.7 Synthèse

L'adoption par les utilisateurs d'un système porté au poignet dépend de plusieurs enjeux indissociables tels que la sécurité, l'interopérabilité, l'autonomie, la valeur et l'utilité perçue, l'apparence, l'ergonomie physique et la qualité de l'interface utilisateur.

Quelques lignes directrices sur la codification de l'information (ex., par la couleur) existent pour concevoir l'interface utilisateur d'un système porté comme le Nex. De plus, quelques patrons de conception en IHO concernant par exemple, l'affichage ambiant, l'interface multimodale, les micro-interactions, l'interaction implicite et la personnalisation, etc. peuvent s'appliquer au design de l'interface utilisateur d'un système porté au poignet.

Évaluer l'interface d'un système porté au poignet n'est pas simple et dépend de plusieurs enjeux. Il faut penser à l'ensemble : les qualités pragmatiques et hédoniques et la dimension temporelle. L'évaluation devra être faite sur mesure en combinant différentes méthodes, faute d'une méthodologie de recherche bien établie pour évaluer les systèmes portés. Cette méthodologie doit tirer avantages des tests en laboratoire et des études sur le terrain.

CHAPITRE 4 : PROBLÉMATIQUE, QUESTIONS DE RECHERCHE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans ce chapitre, nous présentons la problématique, les questions de recherche et les objectifs.

4.1 Problématique

Les systèmes portés au poignet, qui sont petits et parfois sans écran font face à de nombreux freins à l'acceptation par les utilisateurs. En effet, des études récentes révèlent que les utilisateurs se fatiguent de leur expérience et abandonnent en moins de six mois. Cela représente un défi de taille pour les concepteurs qui veulent non seulement que leurs systèmes soient réellement utilisés à moyen et long termes mais qu'ils procurent une EU positive aux utilisateurs. À ce jour, le design et l'évaluation d'une interface utilisateur de système porté au poignet demeurent un défi. Aucune étude n'a testé l'utilisation d'un tel système et d'une telle interface dans des situations de vie réelle et sur des périodes assez longues. De plus, les techniques d'évaluation connues (ex., évaluation pas à pas, évaluation heuristique, test d'utilisabilité en laboratoire) ne sont pas suffisantes puisqu'elles ne tiennent pas compte du contexte d'utilisation pourtant essentiel dans l'évaluation des interfaces et elles sont limitées au court terme.

4.2 Questions de recherche

Le bracelet Nex, un système porté au poignet non muni d'écran, propose de nouveaux modes de communication. Il communique avec l'utilisateur sous forme de patrons lumineux et de patrons vibrotactiles pour le notifier d'un événement (ex., nouveau message texte de telle personne) et l'utilisateur peut communiquer avec le bracelet de façon tactile au moyen de cinq boutons. De plus, l'utilisateur peut personnaliser tant les patrons que les interactions tactiles.

Les questions de recherche que nous posons sont les suivantes : qu'est-ce que les utilisateurs pensent du bracelet et de son interface, comment l'utilisent-ils dans leur vie de tous les jours, et persistent-ils dans leur utilisation ?

4.3 Objectifs

Les objectifs de cette recherche sont doubles :

1. Présenter un état de l'art des connaissances ergonomiques disponibles pouvant nous aider à concevoir les patrons lumineux et les patrons vibrotactiles servant à communiquer avec les utilisateurs dans les interfaces de systèmes portés, et proposer un ensemble de patrons lumineux et vibrotactiles. Ces patrons ont été utilisés en partie par l'équipe de conception de l'interface du bracelet.
2. Évaluer le bracelet en laboratoire et sur le terrain en faisant appel à des participants qui avaient un bracelet à leur disposition :
 - En laboratoire, lors de la prise de possession du bracelet par l'utilisateur, on demandait à ce dernier si *a priori* le bracelet lui paraissait acceptable en termes d'utilité et d'utilisabilité et comment il percevait le niveau d'effort requis pour l'apprentissage.
 - Sur le terrain, après une semaine d'utilisation, on demandait à l'utilisateur si le bracelet lui paraissait acceptable en termes d'utilité et utilisabilité, on comptait le nombre de patrons utilisés et retenus, on évaluait la perception du niveau d'effort requis pour l'apprentissage et on identifiait le ou les freins à l'acceptation, s'il y a lieu (ex., utilité perçue, confort, apparence, interopérabilité, etc.).
 - De plus, l'utilisation du bracelet a été testée pour une période de trois mois sur le terrain pour vérifier si les utilisateurs continuaient à l'utiliser.

Les données empiriques d'évaluation avaient pour but de guider les concepteurs des prochaines générations des systèmes portés au poignet.

CHAPITRE 5 : PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Dans ce chapitre, nous présentons la définition du protocole expérimental d'après les deux objectifs de l'étude. L'étude comprend deux phases. La première phase, de conception, qui faisait suite à notre examen des connaissances disponibles sur les patrons lumineux et vibrotactiles, a permis de produire une bibliothèque de patrons lumineux et de patrons vibrotactiles qui ont en partie été utilisés dans le prototype fonctionnel du bracelet. Ce prototype de bracelet est jumelé à une application iOS fonctionnelle qui a été conçue et développée par une équipe multidisciplinaire chez Mighty Cast. À cette étape tardive du projet, ma contribution consistait à supporter l'équipe plutôt que de participer activement à la conception.

À ce stade, le Nex pouvait faire plusieurs choses en plus de son système de notifications : le pairage avec Bluetooth, la création du compte utilisateur, l'édition de patrons lumineux, le suivi de l'activité physique, l'échange de mods et la création de routines conditionnelles. Ces dernières servent à activer l'interaction tactile des mods en ajoutant un geste comme une double tape.

La deuxième phase, d'évaluation, a permis de recueillir les données auprès de deux groupes de participants. L'évaluation a été conduite conjointement avec l'entreprise Ergoweb qui a été mandatée par Mighty Cast à ce sujet. Cette collaboration est expliquée dans la section 4.2.3.

5.1 Présentation de l'interface du Nex

Une bibliothèque de 60 patrons lumineux et de cinq vibrations a été créée. Dans une séquence de notifications, on peut considérer les patrons comme les unités d'une syntaxe pour construire la phrase d'un message. Cette phrase permet d'échafauder les niveaux d'attention, d'une faible attention en périphérie à un engagement au centre de l'attention. On peut ainsi gérer l'attention de l'utilisateur et diminuer l'aspect perturbateur des notifications. Dans cette phrase codée, la couleur nous informe dans un premier temps d'une information partielle telle qu'une émotion ou un canal de communication. Le mouvement, la façon dont les lumières sont allumées et éteintes dans une séquence, complète l'information pour faciliter la discrimination. La vibration, quant à elle, introduit la phrase en notifiant l'utilisateur d'un message lumineux imminent. Cette vibration peut déjà transmettre des informations telles que l'identité de l'expéditeur : l'utilisateur pourrait choisir d'attribuer une vibration différente pour chaque membre de la famille ou un ami proche. À partir

du moment où l'utilisateur perçoit la vibration, 1.5 sec s'écoulent entre la fin du patron vibrotactile et le début du patron lumineux.

Ensuite, un patron lumineux de minimum 1.5 sec est allumé sur le bracelet. Par défaut, les patrons lumineux renvoient à l'une ou l'autre des neuf notifications suivantes : un SMS, un appel téléphonique, un événement de calendrier, un événement Facebook, un courriel, un événement Twitter, un événement Instagram, un événement Snapchat et enfin une alerte de proximité. Ce dernier n'est pertinent que si un utilisateur Nex amical est dans un périmètre de 20 pieds. Chacune des neuf notifications comporte une couleur différente. L'utilisateur peut ajouter toute autre application utilisant les notifications, par exemple, un outil collaboratif tel que Slack ou les flux de nouvelles RSS. L'utilisateur peut sélectionner un patron lumineux différent dans la bibliothèque ou utiliser l'éditeur de patrons lumineux pour créer un patron personnalisé. À partir du moment où l'utilisateur choisit de gérer plus de neuf notifications différentes, la codification par le mouvement ou les vibrations deviennent utiles pour faciliter la discrimination.

Des routines ou programmes permettent une personnalisation supplémentaire de cette interface pour ajouter l'interaction tactile des cinq boutons et pour tirer parti de l'interaction implicite. Ces routines ont reçu le nom de *hack* par Mighty Cast, parce qu'elles permettent de détourner les fonctions de l'iPhone vers le bracelet. Grâce à un langage conditionnel de type *When* (condition) + *Do* (action) (en français : si ceci alors fait cela), l'utilisateur peut définir précisément ses besoins. Par exemple, en collectant les données de l'accéléromètre du bracelet, un utilisateur peut programmer l'affichage de l'atteinte d'un objectif d'activité physique comme suit : *When* (mon objectif de 300 calories est atteint) + *Do* (jouer ce patron de lumière). En étant jumelé à un iPhone, le bracelet bénéficie de son GPS. Par conséquent, une autre recette pourrait ressembler à ceci : *When* (mon emplacement est la salle de cinéma) + *Do* (passer en mode silencieux). Les utilisateurs précoces déjà familiers avec la plate-forme d'automatisation IFTTT (*If This Then That*) se reconnaîtront. Par ailleurs, le Nex supporte IFTTT pour créer des routines qui intègrent l'Internet des objets.

5.1.1 Les patrons lumineux

Chaque patron lumineux est une image composée en RVB (rouge, vert et bleu) affichant cinq pistes de large sur l'axe horizontal (Figure 5.1 *a*). Chaque piste correspond à l'un des cinq mods. L'axe vertical est la durée totale du patron (1300 ms). Chaque unité est d'une longueur minimale de

100 ms. L'image d'un patron est ensuite balayée de gauche à droite et du haut vers le bas pour être convertie en code binaire envoyé au bracelet. Le bracelet ne peut pas recevoir plus de 25 unités à la fois : il faut alors placer une division horizontale pour séparer l'information en blocs de 25 unités (Figure 5.1 *b*). Il est possible de faire une transition, représentée par un dégradé, d'une valeur RVB à une autre ou d'une valeur vers l'absence de lumière (Figure 5.1 *a*). Il faut néanmoins que ce fondu ne dure pas plus d'une seconde ou alors il y aura un effet de clignotement percevable par l'œil humain.

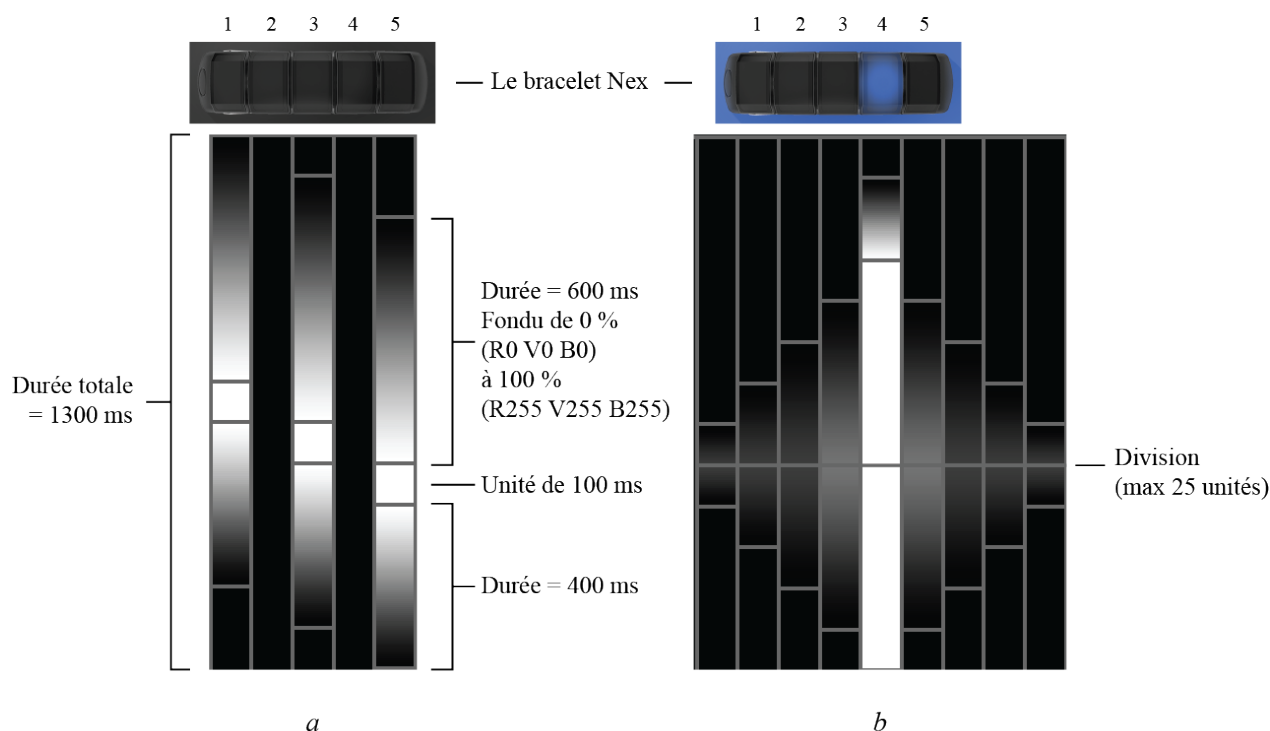


Figure 5.1 : Création d'un patron à cinq pistes (*a*) et à neuf pistes (*b*)

Si un patron est attribué à un ami en particulier, il y a neuf pistes plutôt que cinq pistes (Figure 5.1 *b*). Le Nex préconise le cercle d'amis et limite à cinq le nombre de relations amicales. D'une part, il y a seulement cinq mods et d'autre part, nous entretenons en général seulement cinq relations soutenues sur une base régulière (Mac Carron, Kaski et Dunbar, 2016). Si l'utilisateur assigne le quatrième mod à un ami, la piste du milieu sera centrée sur ce mod lors d'une notification de sa part. La position du mod est un indice supplémentaire pour le rappel et la discrimination. Le centrage du patron avec le mod est un codage redondant qui aidera à déterminer de qui provient la notification.

Les 60 patrons lumineux de la librairie vont comme suit : dix notifications par défaut (neuf de base et une application supplémentaire), dix émotions (émoticons), huit rétroactions du matériel, six éditions spéciales (entre 3.5 et 5 s) et le reste étant des patrons plus rapides (1.5 s) ou moins rapides (3.5 s). Les 10 émotions et les 8 rétroactions du matériel n'étant pas modifiables, la couleur des 42 autres patrons lumineux peut être changée pour une couleur différente avec le sélecteur de couleur, multipliant le nombre de possibilités. Dans les faits, tous les patrons de la librairie ont été créés en blanc. La couleur est appliquée automatiquement par une ligne de code lors de la sélection.

Les neuf couleurs de patrons lumineux par défaut ont été attribuées en fonction de la couleur du médium de communication : bleu pour Twitter (Figure 5.2 *a*), jaune pour Snapchat, vert pour un SMS (iOS), etc.

En outre, l'utilisateur peut créer son propre patron de lumière. L'éditeur de patrons lumineux dispose de six pistes vides, soit cinq couleurs et une piste de vibration ainsi qu'un sélecteur de couleurs. L'utilisateur peut choisir une couleur et la faire glisser sur une piste. Plus la piste est longue, plus elle s'allume longtemps. Chaque point sur la piste a une longueur minimale de 100 ms. Chaque unité de vibration est l'équivalent d'un bourdonnement (*buzz*) de 195 ms. Les écrans clés du Nex, dont l'éditeur de patrons, sont disponibles à l'Annexe F.

Le mouvement est utilisé comme codage redondant pour renforcer la signification. Par exemple, le patron d'une alerte de proximité d'un ami est convergent (Figure 5.2 *b*).

Une bibliothèque de 10 émotions, ou émoticons, a été créée en se basant tout d'abord sur la roue de Plutchik (1980) et quelques stéréotypes. Plutchik (1980) a attribué un jaune-vert pour l'amour, mais comme c'est contre-intuitif, nous avons préféré nous en tenir au stéréotype. Le patron de l'amour utilise donc plutôt des nuances de rouge et de rose combinées à un mouvement de pulsation, un peu comme un battement de cœur (Figure 5.2 *c*). Des exemples supplémentaires de patrons sont disponibles à l'Annexe E.

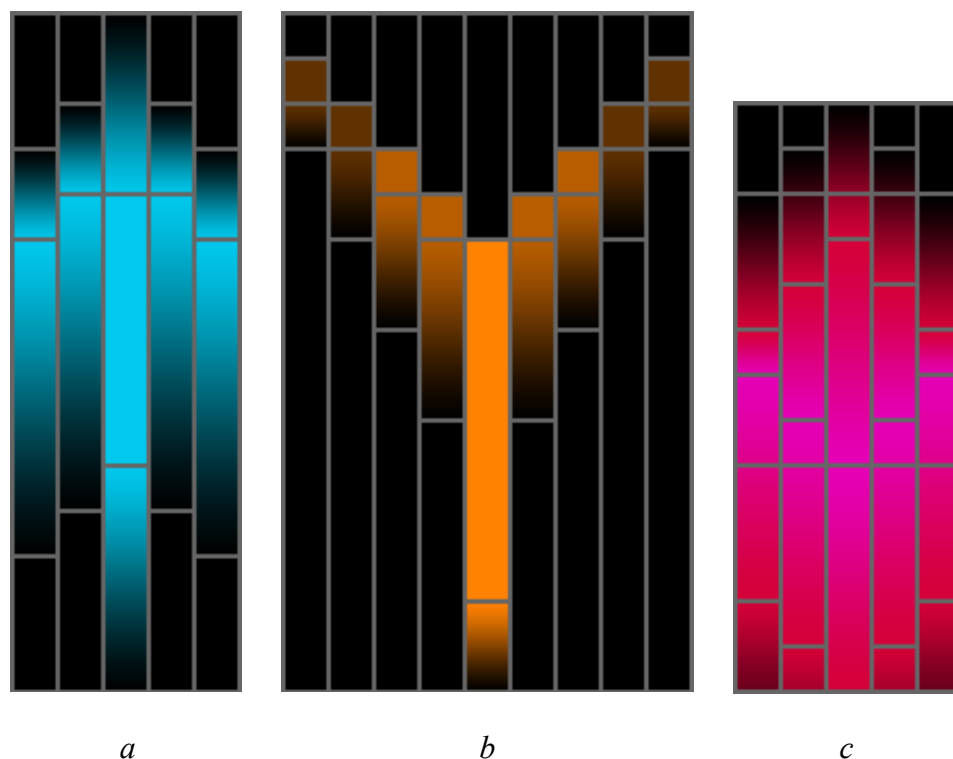


Figure 5.2 : Exemples de patrons : Twitter (*a*), proximité d'un ami (*b*) et amour (*c*)

L'autre référence qui s'est avérée utile pour définir les couleurs des émotions est le spectre de lumière visible (Figure 5.3). On peut étaler le spectre des émotions sur une échelle linéaire en les juxtaposant à la longueur d'onde d'une couleur. Les violets ont une fréquence élevée, l'ondulation courte correspondant à des émotions fébriles ou froides comme la peur alors que les rouges ont une basse fréquence, l'ondulation plus grande étant attribuée à la chaleur d'une émotion franche comme l'amour ou la colère. Initialement, ces patrons d'émotions ont été conçus pour supporter la messagerie à même le bracelet, par exemple, en envoyant un émoticône d'amour à son conjoint à l'aide d'une simple tape sur l'un des mods du bracelet. L'implémentation de la fonction de messagerie a été mise de côté lors de cette phase du projet, mais les patrons ont tout de même été mis à la disposition des utilisateurs dans la bibliothèque. Cette fonctionnalité permettrait entre autres de supporter l'expression.

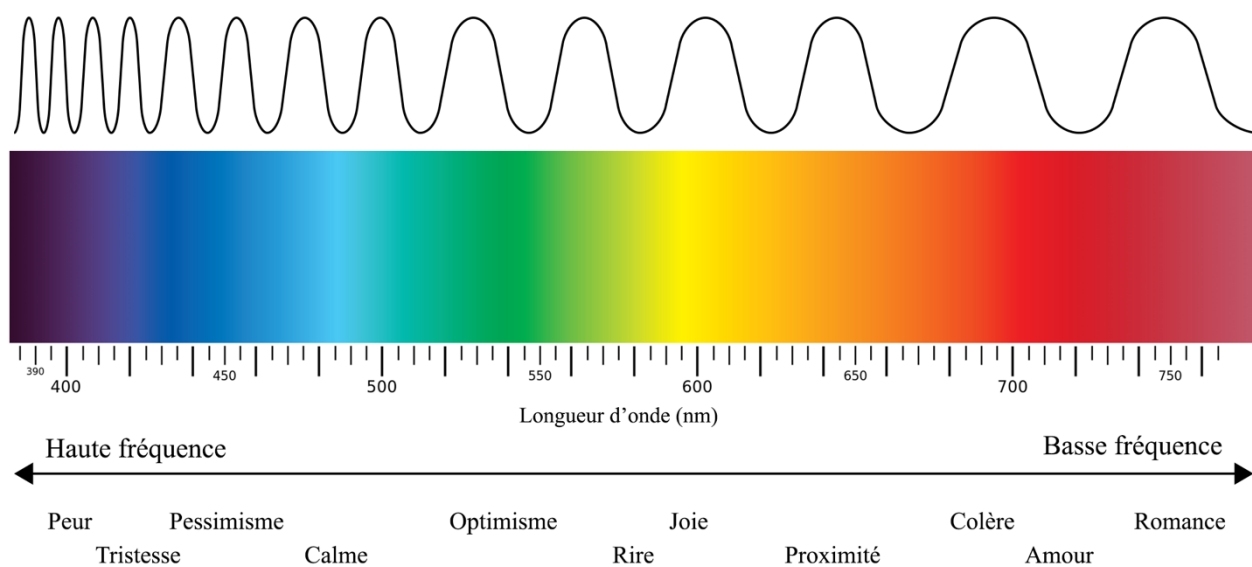


Figure 5.3 : Spectre de la lumière visible et émotions

Un éventail de patrons a également été créé spécifiquement pour toutes les rétroactions nécessaires du point de vue matériel par diverses combinaisons de blanc et de bleu : non jumelé, jumelé avec succès, déconnecté, connecté et le redémarrage. Le bleu est la couleur de la marque Nex et c'est aussi la couleur utilisée par d'autres appareils Bluetooth pour communiquer les différents états de la connexion. On redémarre le bracelet en tenant le bouton principal enfoncé pendant 3 sec alors qu'un double clic nous renseigne sur le niveau de la pile : une lumière équivaut à un niveau très faible tandis que cinq lumières allumées est une charge complète de la pile.

5.1.2 Les patrons vibrotactiles

Chaque patron vibrotactile est en fait un préréglage de la bibliothèque de Texas Instruments fourni avec l'engin haptique, un actionneur de masse rotative. Cette bibliothèque, créée par Immersion, contient 123 segments. Ces segments sont plutôt de courte durée et devraient normalement être combinés entre eux pour créer une syntaxe plus riche et facile à discriminer. Le prototype de l'étude était une première tentative et ne supportait pas à ce moment-là la combinaison de segments dans une séquence. Dans ce type de projet, il y a toujours des compromis. L'équipe a cependant implémenté cette capacité après l'étude. Ces segments sont un peu plus longs que le seuil de perception minimum de 50 ms pour un stimulus tactile. Le patron de vibration par défaut défini est un préréglage appelé *buzzing* (id 47; 195 ms). Un utilisateur peut ensuite changer pour l'un des

quatre autres préréglages : *pulsing* (id 52; 312 ms), *humming* (id 64; 487 ms), *ramping* (id 76; 1.449 sec) et *alerting* (id 15; 728 ms).

5.2 Méthode hybride de l'évaluation du prototype

L'approche envisagée pour évaluer le système porté et son interface auprès d'une cohorte de participants est hybride. Afin de couvrir l'EU dans son intégralité, le test en laboratoire et l'étude sur le terrain ont été combinés. Le test en laboratoire nous permet de couvrir la dimension pragmatique de l'interface par des mesures comportementales. On observe comment l'utilisateur interagit avec le système lors d'une première utilisation pour vérifier l'utilisabilité. L'étude sur le terrain explore la dimension émotionnelle par des mesures subjectives. On questionne les participants sur ce qu'ils ont vécu ou ressenti au moyen d'un questionnaire ou lors d'une entrevue semi-structurée. La dimension temporelle du système est obtenue par des mesures longitudinales. On évalue comment l'EU fluctue dans le temps en vérifiant notamment si les utilisateurs continuent à utiliser le système ou s'ils abandonnent.

5.2.1 Participants

Le recrutement des participants s'est fait par l'entremise d'Ergoweb d'après les critères que nous avons définis dans le cadre de l'étude. Pour pouvoir participer à l'étude, les sujets devaient satisfaire les critères suivants :

- pouvoir lire et comprendre l'anglais puisque l'application a été développée en anglais;
- détenir un iPhone 4S et plus ou un iPod de cinquième génération et plus puisque ce sont les appareils qui supportent le Bluetooth 4.0 et parce que l'application est sur iOS;
- avoir accès à un réseau internet mobile par Wifi ou détenir un forfait de données cellulaires;
- utiliser internet et un réseau social sur une base quotidienne;
- connaître, détenir ou être capable d'identifier au moins un système porté (ex., Apple Watch, Fitbit, Misfit, Jawbone, Pebble, Garmin, etc.);
- être âgé de 18 ans et plus.

S'il manquait un seul de ces critères, un participant n'était pas retenu. Le bracelet, d'une valeur de 129 \$, était donné aux participants en guise de compensation pour leur participation à l'étude. Le bracelet n'était pas récupéré si un participant choisissait d'abandonner durant l'étude.

Au total, 24 participants ont été recrutés pour former trois groupes de 8 participants dans un but de faire trois itérations (ou trois cycles de tests). Chaque groupe atteint une parité des sexes. Les âges varient entre 19 ans et 41 ans pour une moyenne de 29 ans. Il y a deux profils différents : les utilisateurs précoces qui détenaient déjà un système porté et étaient âgés de plus de 30 ans et les millénaires qui n'avaient pas de système porté et qui étaient âgés de 30 ans et moins. Il y avait une répartition égale d'utilisateurs précoces (4 sur 8) et de millénaires (4 sur 8) dans les deux premiers groupes alors que le troisième groupe était constitué de 8 utilisateurs précoces. Le profil des participants recrutés est disponible à l'Annexe D. Comme il y a peu ou pas d'itération entre les trois cycles, les résultats sont parfois compilés en fonction de ces deux groupes pour obtenir une donnée plus nette.

À chaque participant intéressé par l'étude, nous avons demandé qu'il ou elle trouve un(e) ami(e) avec qui participer au projet afin d'avoir un maximum d'interactions avec le bracelet. Tous les participants ont pu être ainsi jumelés avec un(e) ami(e).

5.2.2 Déroulement et modalités de la participation

Les 24 participants ont assisté à deux rencontres d'au plus 50 minutes chacune. La première rencontre a permis de faire un test d'utilisabilité au cours duquel les participants devaient réaliser quelques tâches. Ils devaient ensuite utiliser le bracelet pendant une semaine et étaient invités à noter ou évaluer quotidiennement leur expérience avec le bracelet et les difficultés rencontrées avec celui-ci, s'il y a lieu. Ils pouvaient aussi envoyer un courriel s'ils préféraient ce mode de communication. À titre indicatif, une liste d'actions possibles pouvant être faites avec le Nex était fournie en plus d'un petit guide d'instructions de base notamment pour charger la pile. La deuxième rencontre a donné lieu à des discussions en tandem, par pair d'ami(e)s. Les participants devaient aussi remplir un questionnaire. Les deux rencontres étaient filmées pour faciliter l'analyse des données recueillies. Ces enregistrements vidéo, identifiés par un code de participant (P1, P2, P3, etc.) ont été archivés sur un compte sécurisé dans l'infonuagique dont seule la chercheuse détient les accès.

Si un participant rencontrait des problèmes entravant sa participation, il pouvait contacter la chercheuse. S'il perdait ou se faisait voler le bracelet, il n'était pas tenu responsable. Comme le Nex était encore un prototype, il n'y avait aucune garantie de bon fonctionnement. Mighty Cast fournissait un nouveau bracelet au sujet s'il se brisait durant la semaine de test.

5.2.3 Procédure de collecte des données

Ergoweb avait été mandaté par Mighty Cast avant notre arrivée dans le projet pour faire des tests sur l'utilisabilité de l'application du téléphone. Nous avons combiné nos efforts à ceux d'Ergoweb pour faire l'évaluation : Ergoweb s'est concentrée sur l'interface de l'application alors que nous avons évalué le bracelet lui-même et son interface. Ainsi, nous avons partagé les mêmes ressources pour le recueil de données, mais chaque partie a fait sa propre analyse des résultats. Lors du test d'utilisabilité, par exemple, Ergoweb a modéré les tâches relatives à l'application alors que nous avons modéré les tâches en lien avec le bracelet comme l'essai et le jumelage Bluetooth. Ainsi, par exemple, sans la participation d'Ergoweb, nous avons :

- recueilli les données sur le terrain (données d'utilisation et journalisation des participants),
- construit le questionnaire remis après la semaine d'essai, compilé et analysé ces données,
- analysé les données d'utilisation à moyen (1 semaine) et long terme (3 mois).

5.2.3.1 Le test d'utilisabilité en laboratoire

Dès la première rencontre, les participants ont eu à réaliser quelques tâches avec leur bracelet pour en évaluer l'utilité et l'utilisabilité et pour connaître leurs premières impressions. La chercheuse proposait d'abord des thèmes (ex., donner ses premières impressions, faire l'essai du bracelet, etc.). Après quoi, elle posait une question ou suggérait une tâche que le participant exécutait. Le plan de test, structuré autour de ces scénarios, se déroulait comme suit :

La séance commence par un accueil dans la salle, des explications sur les modalités de la participation, la lecture du formulaire de consentement de participation à la recherche, et la signature du formulaire.

1. Premières impressions au sujet du Nex :
 - a. La chercheuse fait d'abord une démonstration du Nex. Elle reçoit un message texte sous forme de patron lumineux sur son bracelet qui s'illumine. Ensuite, elle contrôle à distance la musique de son téléphone à l'aide de l'un des cinq boutons programmables. Finalement, la modularité du bracelet est démontrée par le retrait de l'un des cinq mods du bracelet.
 - b. Elle invite le participant à verbaliser ses premières impressions.
 - c. Elle demande ensuite au participant comment il se sent face à une interface sans écran ainsi que face à l'utilisation de cinq boutons programmables.
2. Essai et ajustement du bracelet au poignet :
 - a. Pour déterminer la grandeur, petit ou grand, du bracelet non ajustable, la chercheuse mesure le poignet du participant à l'aide d'un ruban à mesurer jetable en papier.
 - b. Le participant choisit la couleur du bracelet, noir ou blanc crème, et reçoit un bracelet de la grandeur appropriée pour son poignet.
 - c. La chercheuse invite le participant à mettre le bracelet à son poignet et à verbaliser comment ça se passe. Ensuite, elle lui demande si l'ajustement est adéquat, soit ni trop serré ni trop ample.
3. Pairage Bluetooth du bracelet avec l'iPhone et création du compte utilisateur :
 - a. Une fois que l'application est installée par la chercheuse sur le téléphone du participant avec son autorisation, le participant lance l'application et est invité à suivre les instructions à l'écran.
 - b. Ces instructions concernent le pairage Bluetooth du bracelet et la création du compte utilisateur. Le participant doit notamment :
 - i. activer le Bluetooth s'il n'est pas activé,
 - ii. appuyer sur le bouton physique du bracelet pour le « réveiller » s'il est en dormance et le rapprocher du téléphone pour qu'il soit détecté,

- iii. faire un diagnostic, au besoin, si le pairage ne fonctionne pas du premier coup, en identifiant le patron lumineux du bracelet correspondant au problème,
- iv. remplir les champs du formulaire pour créer un compte utilisateur.

Les tâches 4, 5 et 6 ne sont pas nécessairement faites dans cet ordre, mais plutôt d'après ce que l'utilisateur parvient à identifier dans l'application lors d'une exploration libre. Il reçoit comme instruction de configurer ce qu'il a vu lors de la démonstration, c'est-à-dire, configurer les notifications lumineuses qu'il recevra (tâche 4), programmer un *hack* pour contrôler à distance la musique de son téléphone à l'aide de l'un des cinq boutons (tâche 5) et ajouter du contenu (ex., une photo) sur un mod (tâche 6) pour le partager avec son ami durant la semaine d'essai.

4. Configuration initiale des notifications de lumières et de vibrations :

- a. Le participant doit pouvoir identifier à quel(s) endroit(s) dans l'application se trouvent les notifications qu'il désire recevoir (ex., message texte), c'est-à-dire, les notifications en général et les notifications provenant d'un ami.
- b. Le participant doit pouvoir changer ou éditer les patrons lumineux qui apparaîtront lors d'une notification et sélectionner la ou les vibrations de son choix, c'est-à-dire, en allant dans le sélecteur de patrons ou dans l'éditeur de patrons.
- c. La chercheuse questionne le participant après la tâche sur :
 - i. sa satisfaction dans l'exécution de la tâche,
 - ii. ce qu'il pense d'utiliser des patrons lumineux pour recevoir des notifications,
 - iii. l'effort perçu *a priori* pour l'apprentissage des patrons, sur une échelle de Likert de 1 à 10 où 1 est faible et 10 est élevé.

5. Création d'une routine (*hack*) avec la formulation When + Do :

- a. Le participant doit pouvoir identifier où il peut créer un *hack* dans l'application,
- b. Il doit être en mesure de programmer un *hack* de son choix, en sélectionnant une condition (When) et une action (Do), et de le faire fonctionner, par exemple, contrôler la musique de son téléphone en appuyant sur l'un des cinq mods,

- c. La chercheure questionne ensuite le participant sur :
 - i. sa satisfaction dans l'exécution de la tâche,
 - ii. ce qu'il pense de cette fonctionnalité,
 - iii. l'effort perçu dans la création d'un *hack*, sur une échelle de Likert de 1 à 10 où 1 est faible et 10 est élevé.
- 6. Ajout d'un contenu (photo) sur un mod pour le partager :
 - a. Le participant doit être en mesure d'identifier l'endroit dans l'application où il peut ajouter du contenu sur un mod,
 - b. Il doit pouvoir ajouter un contenu (ex., photo) sur un mod pour le partager par la suite avec son ami,
 - c. La chercheure questionne ensuite le participant sur:
 - i. sa satisfaction dans l'exécution de la tâche,
 - ii. ce qu'il pense de cette fonctionnalité.
- 7. Impressions post test et retour sur l'expérience.
 - a. La chercheure termine la séance en demandant au participant d'évaluer sa perception générale du Nex et d'identifier ce qu'il préfère et ce qu'il aime moins.

La séance se termine avec des explications de la chercheure sur la semaine d'essai à la maison, la remise du guide d'utilisation et d'un câble pour charger. Les participants peuvent poser des questions avant de quitter, s'il y a lieu. Dans le guide d'utilisation trouvent quelques trucs de dépannage (ex., comment identifier le niveau de pile), les coordonnées de la chercheure en cas de problème, les instructions pour la journalisation et une liste de tâches à essayer durant la semaine. Ces tâches sont listées à la première page du questionnaire de l'Annexe I.

Tout au long du test en laboratoire, les participants étaient invités à verbaliser autant que possible durant l'interaction en pensant à voix haute. Les enregistrements vidéo ont ensuite été analysés pour observer les comportements et les évaluer d'après les critères ci-dessous :

- Facilité dans la réalisation de la tâche : l'utilisateur a pu exécuter la tâche sans hésitation.

- Difficulté dans la réalisation de la tâche : l'utilisateur a accompli la tâche après avoir rencontré des problèmes temporaires qui le font travailler plus fort, tourner en rond ou hésiter.
- Échec dans la tâche : l'utilisateur a rencontré des blocages majeurs qui l'empêchaient de continuer et qui nécessitaient l'intervention de la chercheuse.
- Satisfaction dans la tâche : on demandait à l'utilisateur de commenter tout de suite après avoir terminé la tâche. Par exemple, un utilisateur pourrait s'exécuter rapidement et ne rencontrer aucun problème, mais tout de même noter que c'est une tâche difficile.

Les participants étaient invités à noter leurs impressions au sujet du bracelet sur une échelle de Likert à 10 points, où 1 est négatif et 10 est positif. Les données obtenues ont ensuite été compilées dans un fichier Excel notamment pour obtenir les moyennes et les écart-types.

5.2.3.2 Durant la semaine d'essai

Les participants étaient invités à porter le bracelet durant leurs activités de tous les jours et à explorer ce dernier à la lumière d'une liste d'actions qui leur était proposée : configurer les notifications, apprendre à les reconnaître, créer un patron lumineux personnalisé, échanger un mod avec un ami, créer un *hack*, connecter la plate-forme IFTTT, etc.

Pour la journalisation, l'équipe de Mighty Cast a encapsulé un module d'enregistrement vidéo dans l'application du Nex. Lorsqu'un participant voulait journaliser son expérience, il n'avait qu'à ouvrir l'application, secouer son iPhone pour activer l'enregistrement et parler devant l'écran comme pour une vidéo conférence. Un voyant rouge apparaissait alors en haut de l'écran à côté de l'indicateur de pile pour signaler que l'enregistrement était en cours. Pour arrêter l'enregistrement, il suffisait de secouer à nouveau. Les vidéos étaient ensuite acheminées automatiquement sur un serveur accessible par une interface web dont seule la chercheuse avait les accès. Les participants pouvaient aussi envoyer des courriels à la chercheuse à son adresse de courriel en guise de journal de bord pour parler de leur expérience. Le contenu de ces courriels était copié et collé dans un document texte, identifié par un code de participant (P1, P2, P3, etc.) et archivé sur le compte sécurisé dans l'infonuagique. Les courriels, qui contenaient dans leur entête les adresses et les noms, ont été détruits de la boîte de courriel pour protéger l'identité des participants.

Des données quantitatives ont été recueillies en arrière-plan de façon non-intrusive et en toute confidentialité grâce à Google Analytics. Cet outil a été implémenté dans l'application par Mighty Cast pour recueillir des données variées et sur une durée plus longue que le projet. Ces données sont stockées sur les serveurs de Google et permettent à Mighty Cast d'assurer la qualité et la maintenance du bracelet en repérant les bogues. Dans le cadre de l'étude, les données recueillies permettent de retracer non seulement le nombre de sessions et les vues d'écran, mais aussi la quantité d'actions entreprises par les utilisateurs. Notamment, il est possible de connaître le nombre de patrons lumineux choisis et lesquels sont les plus utilisés. L'outil prend une mesure comportementale sur le terrain. Comme les données sont agglomérées, il est impossible d'identifier les participants.

5.2.3.3 Entrevue et questionnaire

À la deuxième rencontre, il s'agissait de faire un retour sur l'expérience vécue durant la semaine d'essai. Notamment, cette rencontre permettait de discuter du sens des comportements notés quantitativement avec Google Analytics. Mais l'objectif principal était d'obtenir une mesure subjective de l'émotion. Les participants ont été rencontrés en tandem, par pair d'ami(e)s. Un questionnaire sur mesure de 29 questions leur a été remis (Annexe I). Ces questions sont réparties selon différents thèmes : l'expérience globale, les fonctionnalités, le bracelet, l'application et les routines (*hack*), les notifications de lumières et de vibrations. Le questionnaire utilise des échelles de Likert de 10 points (de 1 à 10) et des attributs bipolaires où les attributs négatifs (1) sont à gauche et positifs (10), à droite. À noter qu'il y avait un espace prévu à chaque question pour écrire des commentaires au besoin. Les données obtenues ont ensuite été compilées dans un fichier Excel pour obtenir les moyennes et les écart-types de chacun des trois groupes.

Lors des discussions, les questions semi-structurées abordaient et couvraient les mêmes thèmes que le questionnaire et visaient à approfondir qualitativement l'information collectée quantitativement dans le questionnaire. L'animation des discussions a été faite de manière à ce que les deux ami(e)s puissent s'exprimer à tour de rôle sur les différents sujets.

À la fin de cette deuxième rencontre, un participant pouvait échanger son bracelet contre un nouveau s'il était brisé ou défectueux. S'il avait perdu des mods, la chercheuse lui remettait des mods de remplacement.

5.2.3.4 Après l'étude

Les données collectées en arrière-plan dans Google Analytics ont été observées jusqu'à trois mois après l'étude. L'objectif était de voir si les participants continueraient à utiliser le bracelet après l'étude ou s'ils allaient progressivement abandonner, pour comparer avec d'autres études qui ont montré que les systèmes portés sont abandonnés à l'intérieur d'une période de six mois.

CHAPITRE 6 : RÉSULTATS D'ÉVALUATION DU BRACELET NEX

Ce chapitre présente les résultats obtenus à partir des données recueillies lors des deux sessions avec les 24 participants, durant la semaine d'essai à la maison et lors de l'utilisation jusqu'à trois mois après l'étude. Ces résultats seront ensuite discutés dans le chapitre suivant.

6.1 Le test d'utilisabilité en laboratoire

Les données brutes recueillies lors du test d'utilisabilité en laboratoire incluant le verbatim sont détaillées à l'Annexe G.

6.1.1 Les premières impressions à l'égard du Nex

La forte majorité des participants (18 sur 24 : 75 %) ont eu une réaction positive : les « jolis » patrons lumineux (P12), le niveau de personnalisation (P10) et la possibilité de programmer des routines (P13) ont retenu leur attention. Cependant, 6 participants sur 24 (25 %) étaient soit sceptiques, incertains ou rebutés : cela semble étrange (P5), l'utilité n'est pas claire (P11) et le bracelet est trop gros (P18). Par ailleurs, au moins la moitié des participants (12 sur 24 : 50 %) ont fait un commentaire négatif sur la forme du bracelet : il est gros, épais et inconfortable.

Lorsque nous leur avons demandé comment ils se sentaient face à un système porté qui ne comporte pas d'écran, 11 participants sur 24 (46 %) se sont montrés enthousiastes, 10 (42 %) étaient indécis et 3 (12 %) étaient négatifs. Dans les points positifs, notons les commentaires suivants : c'est plus discret (P1), on peut continuer à regarder les gens pendant une conversation (P4), c'est un écran de moins à regarder (P10). Dans les points négatifs : on ne voit pas l'heure (P2), cela peut être mélangeant (P15) et difficile à apprendre (P22).

Quant aux cinq boutons programmables, 12 participants sur 24 (50 %) étaient favorables, 7 (30 %) étaient incertains et 5 (20 %) étaient négatifs. Les points négatifs concernaient certaines inquiétudes : cela peut être insécurisant (P4) si on accroche par accident (P15) et c'est exigeant mentalement (P20).

6.1.2 Essai et ajustement du bracelet au poignet

La plupart des participants (17 sur 24 : 70 %) ont éprouvé des difficultés à mettre le bracelet au poignet : ouvrir le mécanisme est difficile (P11), figurer comment le mettre n'est pas évident (P21)

et on peut se pincer en le refermant (P10). Comme le bracelet est rigide, au moins 7 participants sur 24 (30 %) ont mentionné avoir peur de le briser en l'ouvrant. 2 participants sur 17 ont nécessité de l'aide pour ouvrir ou fermer le bracelet.

Le bracelet est disponible en deux formats différents : petit ou grand. Comme il n'est pas ajustable, plus de la moitié (17 sur 24 : 70 %) des participants étaient insatisfaits de l'ajustement au poignet : c'est soit un peu trop ample (P14) ou un peu trop serré (P2).

6.1.3 Pairage Bluetooth du bracelet et création du compte utilisateur

À noter que 2 participants ont réalisé les tâches suivantes sur le téléphone intelligent et le bracelet du chercheur faute d'avoir apporté le leur.

La moitié des participants (11 sur 22 : 50 %) ont eu des difficultés avec le pairage entre le bracelet et leur téléphone. De ce nombre, 3 participants sur 11 (27 %) ont subi une erreur critique de système alors que 2 participants sur 11 (18 %) ont reçu un bracelet déchargé pour lequel ils n'ont pas pu en faire le diagnostic. Dans les deux cas, cela signifie un taux probable de 22 % (5 sur 22) de retour en magasin. Les 6 autres participants (sur un total de 11 : 55 %) ont pu éventuellement faire le pairage, mais après plusieurs essais : les instructions à l'écran ne sont pas vraiment lues (P17), ce n'est pas clair qu'il faut appuyer sur le bouton physique du bracelet (P1 et P18) ou rapprocher le téléphone du bracelet (P10). De plus, la correspondance entre les patrons à l'écran et sur le bracelet ne se fait pas bien (P6).

Autrement, 19 participants sur 22 (86 %) ont pu facilement créer un compte utilisateur. 3 participants sur 22 (14 %) ayant échoué ont rencontré des bogues : 2 participants utilisaient un système réglé en français alors que l'application est en anglais et un participant (P10) est resté bloqué à l'écran pour activer les notifications dans iOS. Il est à noter que 2 participants sur 22 (10 %) auraient préféré passer par Facebook pour générer un compte. De plus, un participant (P18) n'était pas à l'aise de devoir entrer sa date de naissance, pensant que son profil serait publique.

6.1.4 Exploration et configuration initiale des notifications

Un peu plus de la moitié des participants (13 sur 24 : 54 %) ont eu des problèmes dès cette première étape importante dans l'application. Ils n'ont pas pu faire la tâche et ont eu besoin de guidage (6 sur 13 : 46 %) ou ils ont pu le faire, mais après quelques détours (7 sur 13 : 54 %). Les problèmes

rencontrés sont variés : comment et où changer la couleur d'un patron ne sont pas clairs (P5) et la correspondance entre ce qui se passe à l'écran et sur le bracelet ne se fait pas facilement (P6). De plus, l'emplacement où trouver les notifications n'est pas intuitif : les utilisateurs cherchent dans les contacts (P22), dans les préférences (P8) ou même dans la création de routines (*hack*) (P11). Les 11 participants sur 24 (46 %) qui ont réussi la tâche sans problème ne semblent pourtant pas confiants : il y a de nombreux questionnements (P14) et de la confusion quant à la nature d'une notification (P13) ... Est-ce pour recevoir une notification ou pour notifier un ami (P21) ?

Lorsqu'il s'agit d'ajouter une notification générale, c'est-à-dire qui n'est pas un réglage par défaut et qui n'est pas liée à un ami en particulier, le nombre de participants en difficulté s'élevait à 14 sur 24 (58 %). L'endroit où se trouvent ces notifications n'est pas évident : les utilisateurs retournaient dans les notifications du cercle d'amis (P2), cherchaient dans les préférences (P13) ou dans les routines (P19). Il est à noter que comme les participants ont configuré les notifications à un endroit dans la tâche précédente, ils s'attendaient à les retrouver au même endroit : soit qu'il y a un effet de cadrage ou alors, c'est simplement contre-intuitif.

Lorsqu'on leur a demandé ce qu'ils pensaient d'utiliser des patrons lumineux pour des notifications, une majorité de participants (16 sur 20 : 80 %) s'est montrée favorable à ce mode de communication parce que c'est comme un langage universel (P14) ou une sonnerie (P11), c'est un moyen privé (P3) et moins intrusif qui ne requiert pas d'arrêter la tâche en cours (P18) et qui permet de rester loin des distractions du téléphone (P2). Quelques participants (2 sur 20 : 10 %) étaient plutôt réfractaires parce que cela fait penser à un jouet pour enfant (P20) ou un jeu de devinettes (P22). Par ailleurs, un participant (P1) a suggéré de réduire l'intensité des lumières et de les mettre sur le côté pour être plus discrètes et moins intrusives. 4 participants sur 24 (16 %) n'ont pas répondu à la question.

Dans le niveau d'effort perçu pour apprendre, mémoriser et utiliser les patrons de lumières comme système de notifications, les 17 participants sur 24 ayant répondu à la question ont attribué une note moyenne de 4 sur 10, où 1 est faible et 10 est élevé (Figure 6.1) : la couleur est un aide-mémoire (P5), les patrons seront plus faciles à retenir si on les crée soi-même (P6) ou s'il n'y en a pas plus de cinq (P9). Certains participants ont mentionné avoir du mal à se prononcer (P16) et qu'ils seraient plus en mesure de le dire après une semaine (P10), mais que l'utilisation deviendrait

plus facile au fil du temps (P8). À noter qu'ici, les pôles sont inversés par rapport à la cueillette de données pour représenter le niveau d'effort plutôt que le niveau de facilité.

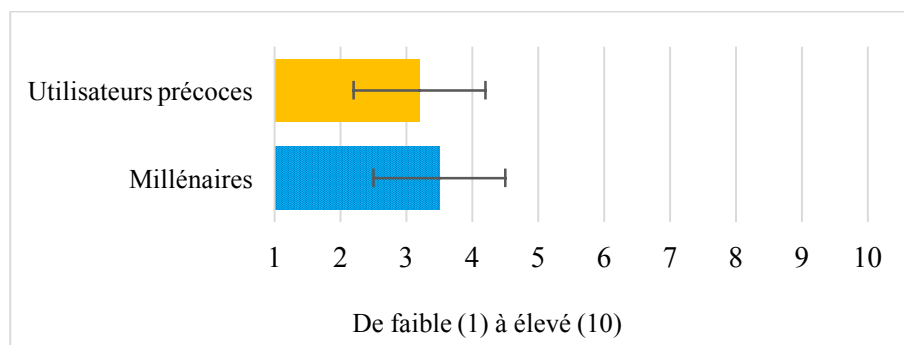


Figure 6.1 : Moyenne du niveau d'effort perçu pour utiliser les patrons

6.1.5 Création d'une routine conditionnelle (*hack*)

La plupart des participants (17 sur 24 : 70 %) ont eu de la difficulté avec cette tâche : programmer des actions avec un langage conditionnel peut être compliqué (P19) pour les néophytes. À ce point-ci, les participants commençaient à être confus (P15) entre les différents concepts auxquels ils ont été exposés (P5) et s'embrouillaient entre les mods, les routines et les notifications (P18). De ce nombre, 5 participants sur 17 (29 %) ont eu besoin de l'assistance de la chercheuse pour leur expliquer le fonctionnement (P17). Ce n'est pas clair ce qui peut être fait avec les différents « ingrédients » pour obtenir une « recette » et conséquemment, tous les participants s'en sont tenus à l'exemple fourni par la chercheuse. Seule exception à la règle : un participant (P13) était ravi au point de vouloir s'y perdre pendant plusieurs heures. Alors qu'un autre participant (P20) aurait plutôt préféré sélectionner des routines déjà créées.

Les sentiments étaient partagés concernant les routines : 11 participants sur 24 (46 %) étaient favorables, 9 sur 24 (38 %) étaient négatifs et 4 sur 24 (16 %) étaient neutres. Fait étonnant : les commentaires positifs étaient reliés à la facilité de créer une routine, ce qui contredisait la performance dans la tâche. De l'avis d'un participant (P1), c'est plus facile de créer une routine que de choisir les notifications pour un ami. Après s'être perdu dans l'application lors des tâches précédentes, un participant a avoué s'y retrouver plus facilement (P3). De ce fait, un participant (P21) a mentionné préféré les routines et a affirmé que les notifications devraient se comporter comme tel : lorsque (*When*) je reçois un message Facebook, envoie (*Do*) une notification au

bracelet. Pour les commentaires négatifs, ils étaient surtout en lien avec le manque de convivialité (P15).

Le niveau d'effort perçu pour programmer une routine est cependant faible : en moyenne, les participants (18 sur 24 : 75 %) ont attribué une note de 4 sur 10, où 1 est faible et 10 est élevé, après avoir effectué la tâche une première fois (Figure 6.2). Tout indique qu'ils n'auront pas de problème à créer une autre routine durant la semaine. L'écart-type nous signale cependant que les avis étaient quelque peu dichotomiques. À noter qu'ici, les pôles sont inversés par rapport à la cueillette de données pour représenter le niveau d'effort plutôt que le niveau de facilité.

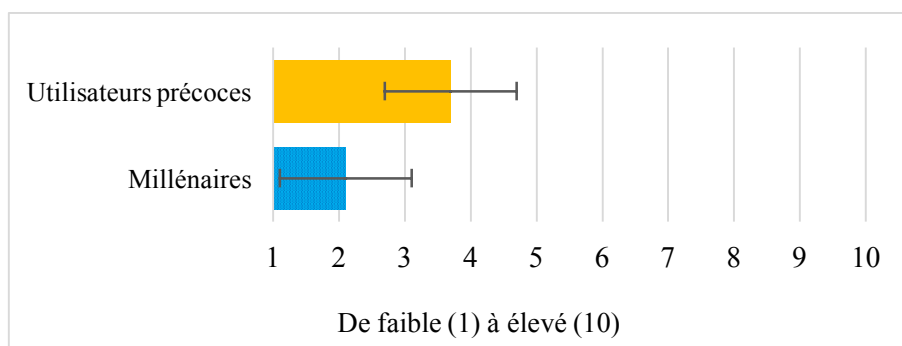


Figure 6.2 : Moyenne du niveau d'effort perçu pour programmer des routines

6.1.6 Ajout d'un contenu sur un mod pour le partager

Un peu plus de la moitié des participants (13 sur 24 : 54 %) sont parvenus à ajouter du contenu sur un mod : à cette étape, ces participants avaient suffisamment exploré l'application pour avoir quelques repères. Malgré tout, quelques participants se perdaient à nouveau en cherchant dans les routines (P11), dans le cercle d'amis (P14) ou dans les préférences (P20). Bref, il y a tellement de choses à personnaliser qu'on peut s'y perdre (P15) et il faut deviner beaucoup (P23).

Dans l'ensemble, 10 participants sur 24 (42 %) étaient en faveur, 6 sur 24 (25 %) étaient neutres alors que 8 sur 24 (33 %) étaient négatifs. Pour les réticents, partager du contenu physiquement n'est pas pertinent (P17) alors qu'on peut déjà le faire plus facilement par courriel (P10) ou par Facebook (P18). Au moins 5 participants sur 24 (21 %) ne se sentaient pas très à l'aise parce que donner un morceau aussi personnel n'est pas souhaitable (P3), retirer un mod pourrait endommager le bracelet (P1) et il y a un risque de le perdre (P20). Les enthousiastes y voyaient le futur de la clé USB (P5) ou du service Dropbox (P3) que l'on peut porter au poignet.

6.1.7 Questions post test sur la perception générale

En moyenne, les participants ont évalué leur perception générale de l'expérience à 6 sur 10, où 1 est très pauvre et 10, très bonne (Figure 6.3) parce que l'idée est excellente, mais l'exécution est manquante (P1), il y a du potentiel, mais c'est trop compliqué (P3), le concept est attirant, mais pas l'apparence du bracelet (P7).

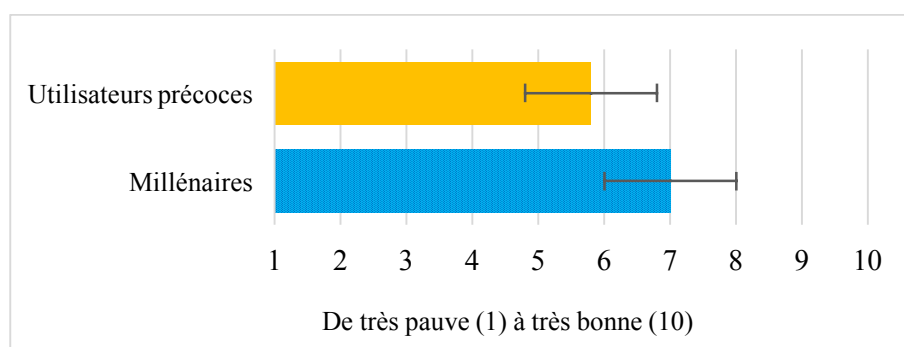


Figure 6.3 : Moyenne de la perception générale post test

Pour terminer, la fonctionnalité qu'ils ont préférée et mentionnée le plus souvent (10 fois) est la notification par la lumière et les vibrations, suivie de près par les routines (4 fois). Ce qu'ils ont le moins aimé et qu'ils auraient changé était l'aspect physique du bracelet : trop gros (8 fois), mal ajusté (6 fois), peu esthétique (6 fois) et le manque de confort (3 fois).

6.2 L'étude sur le terrain

Les données recueillies lors de la deuxième session, incluant les données brutes du questionnaire et le verbatim des discussions, sont détaillées à l'Annexe J et l'Annexe K respectivement. Les statistiques d'utilisation de Google Analytics pendant la semaine sont à l'Annexe H.

À noter que les résultats de la journalisation n'ont pas été compilés et analysés. D'une part, le taux de participation n'était pas élevé (15 participants sur 24 : 63 %) et donc peu représentatif de l'échantillon. Sur une possibilité 168 entrées de journal à analyser (minimum de 1 entrée par jour durant sept jours de test à 24 participants), nous avons reçu 13 courriels et 100 vidéos. Les 13 courriels reçus provenaient de sept participants seulement. Ceci dit, il n'y avait aucune obligation de leur part. D'autre part, la qualité de données recueillies est plutôt faible. Sur les 100 enregistrements vidéo reçus, plus de la moitié sont inutilisables : le son est absent, l'enregistrement a été déclenché par accident ou pour faire un test. Néanmoins, les journalisations ont servi de point

de départ pour alimenter les discussions lors de la deuxième session. Il était plus facile tant pour les participants que pour la chercheuse de revenir sur des événements passés et reconstituer l'EU temporelle grâce à ces anecdotes ou expériences recueillies.

Les discussions ont permis de faire une analyse plus éclairée des résultats du questionnaire. Mentionnons que les participants ont laissé beaucoup de commentaires par écrit dans le questionnaire qui ont été utiles dans l'analyse des résultats.

6.2.1 Utilisation durant la semaine

6.2.1.1 Port du bracelet

À la question 4 du questionnaire (Annexe J), un peu plus de la moitié des participants (13 sur 24 : 54 %) ont dit avoir porté le bracelet de trois à cinq fois durant la semaine alors que 6 participants sur 24 (25 %) l'ont porté tous les (7) jours. Les 5 autres participants sur 24 (21 %) l'ont porté une ou deux fois seulement (Figure 6.4).

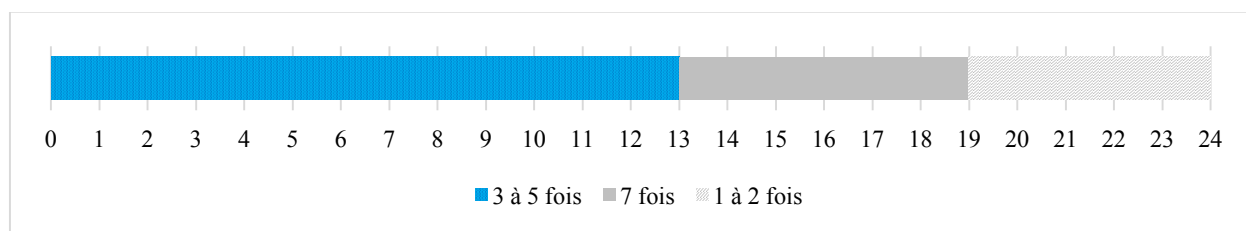


Figure 6.4 : Fréquence du port du bracelet par les participants (Q4)

6.2.1.2 Tâches réalisées

En termes de tâches réalisées durant la semaine, la configuration d'un contrôleur (cinq boutons programmables) ou la création d'un patron lumineux personnalisé sont à égalité : 21 participants sur 24 (88 %) ont dit l'avoir fait durant la semaine. Par contre, très peu de participants (6 sur 24 : 25 %) sont parvenus à créer une routine (*hack*) via la plateforme IFTTT.

6.2.1.3 Fonctionnalités préférées

Le ratio d'interaction est important dans la création des *hack* et 15 participants sur 24 (63 %) ont dit préférer cette fonctionnalité à la question 6 du questionnaire (Figure 6.5). Lors des discussions (Annexe K), la moitié des participants (12 sur 24 : 50 %) ont dit souhaiter utiliser davantage les contrôleurs et les *hack*, même si ça ne fonctionnait pas bien (P1, P4, P11 et P12). Fait à noter : les

participants ont conclu la création d'un *hack* dans 30 % des cas (création versus créé) alors que pour un patron lumineux sur mesure, ils ont toujours complété (Annexe H). Au total, les participants ont créé 165 *hack* contre 40 patrons lumineux.

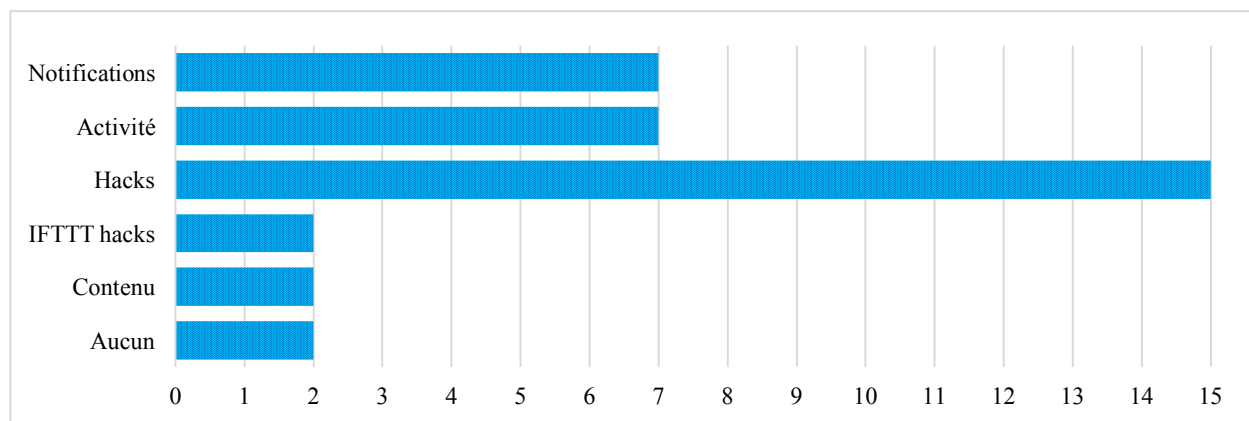


Figure 6.5 : Proportion des fonctions préférées (Q6)

Les notifications et le suivi de l'activité physique arrivent à égalité au second rang des fonctionnalités préférées avec 7 participants sur 24 chacun (30 %). Au moins 7 participants sur 24 (30 %) se disaient cependant insatisfaits du suivi de l'activité physique qui agit davantage comme un podomètre, ce qui n'est pas très utile. Il semble manquer deux fonctions qui revenaient dans les discussions : pouvoir lire l'heure (9 participants sur 24 : 38 %) et envoyer des messages codés (6 sur 24 : 25 %).

6.2.1.4 Patrons utilisés

Il y a eu 107 sélections de patrons lumineux différents du réglage par défaut durant la semaine, ce qui équivaut à environ cinq patrons par utilisateur (Annexe H). Ce qui concorde avec le nombre de patrons retenus après une semaine, soit trois à cinq patrons pour 18 participants sur 24 (75 %) (Figure 6.6).

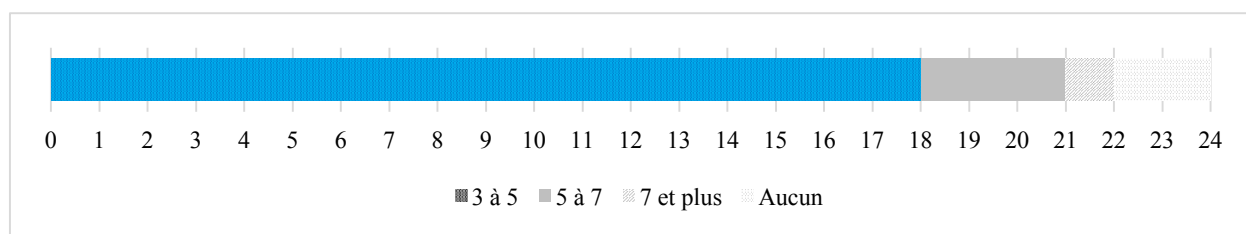


Figure 6.6 : Proportion des patrons lumineux retenus par les participants (Q24)

Lors de la sélection d'un patron lumineux, les participants ont choisi 36 fois un patron qu'ils ont créé eux-mêmes, soit 1 fois sur 3. D'après quelques participants (P13 et P14), il est plus facile de se les rappeler. Inversement, d'autres participants (P9 et P16), qui ont eu du mal à se rappeler des patrons, n'ont pas créé de patrons sur mesure. Malgré ce score élevé de patrons créés sur mesure, une majorité des participants ont trouvé que les patrons fournis sont suffisamment variés (18 sur 24 : 75 %) et discriminables (15 sur 24 : 63 %) (Figure 6.7).

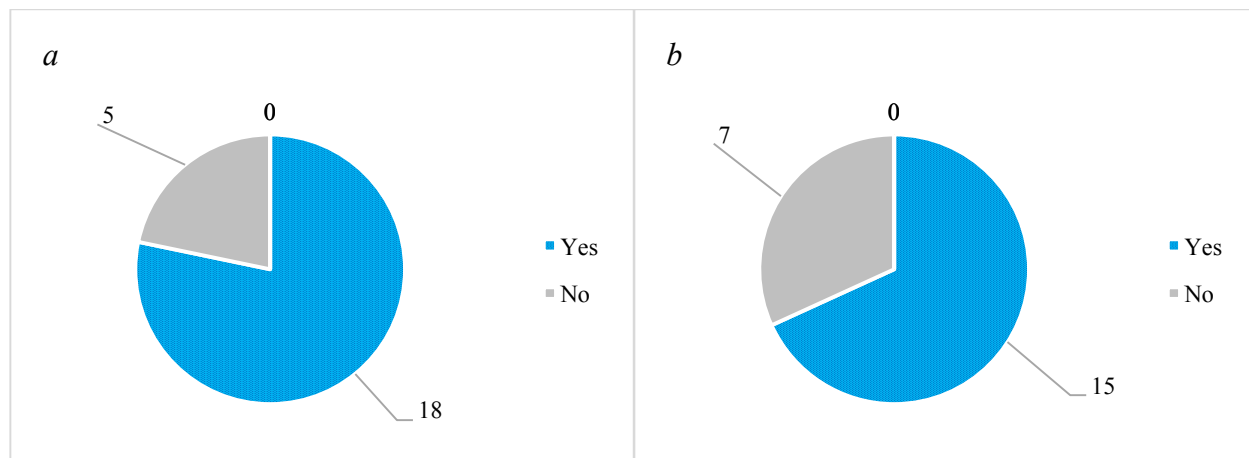


Figure 6.7 : Scores dans la variation (a) et la discrimination (b) des patrons lumineux (Q25)

Au second rang des patrons lumineux les plus sélectionnés se trouvent les patrons d'une longueur de 2500 ms (Tableau 6.1). Ce ne sont pas les patrons les plus longs puisque des patrons de 5000 ms étaient disponibles, mais rappelons que les patrons par défaut durent 1500 ms. Par ailleurs, les patrons les plus longs (5000 ms) sont le dernier choix des participants. Les participants ont dit choisir leur patron basé sur le rythme ou la couleur parce que c'est mieux quand ça clignote lentement (P5 et P8) ou quand c'est fluide et plus long (P2 et P6) et la couleur de l'application est plus facile à retenir (P1, P4, P11, P12 et P19). Les participants ont choisi 11 fois une couleur différente pour un patron existant contre 17 patrons créés sur mesure.

Tableau 6.1 : Patrons lumineux les plus utilisés durant la semaine d'essai

1500 ms	2500 ms	3500 ms	Émoticons	5000 ms	Sur mesure	Inchangé	Total
13	24	8	19	7	36	-4	103

Sur les 49 fois qu'un patron vibrotactile a été sélectionné, les participants ont choisi plus souvent le patron « Alerting », soit 16 fois sur 49 (Tableau 6.2). Avec une durée de 728 ms, ce n'est pas le plus long des cinq patrons disponibles, mais c'est le plus familier : ce patron est utilisé comme vibration par défaut dans les téléphones intelligents.

Tableau 6.2 : Patrons vibrotactiles les plus utilisés durant la semaine d'essai

Alerting	Buzzing	Humming	Pulsing	Ramping	Inchangé	Total
16	7	10	12	8	-4	49

6.2.2 Expérience utilisateur globale avec le Nex

Dans l'ensemble, l'expérience utilisateur, avec un score en-dessous de 5 sur 10 (Figure 6.8), était non satisfaisante pour plusieurs raisons : le bracelet était inconfortable et faisait mal (P1, P4, P10 et P15), l'apparence du bracelet n'était pas très bien acceptée socialement (P17, P21 et P22), c'était trop compliqué à utiliser (P2, P6, P9 et P16), les bogues étaient frustrants (P3, P7, P11, P12, P13 et P14), ça exigeait beaucoup de temps à configurer (P5 et P8), l'utilité ou le besoin à combler n'était pas très clair (P18 et P20). Bref, d'après l'un des participants (P19), tout est à changer. Dans l'ensemble, les participants (19 sur 24 : 80 %) disaient être désappointés parce que le produit, d'abord prometteur ou intrigant, n'a pas livré ses promesses. Certains y voyaient vraiment un potentiel (P23 et P24). À noter que 5 participants sur 24 étaient simplement désintéressés ou ne voyaient pas l'utilité du produit.

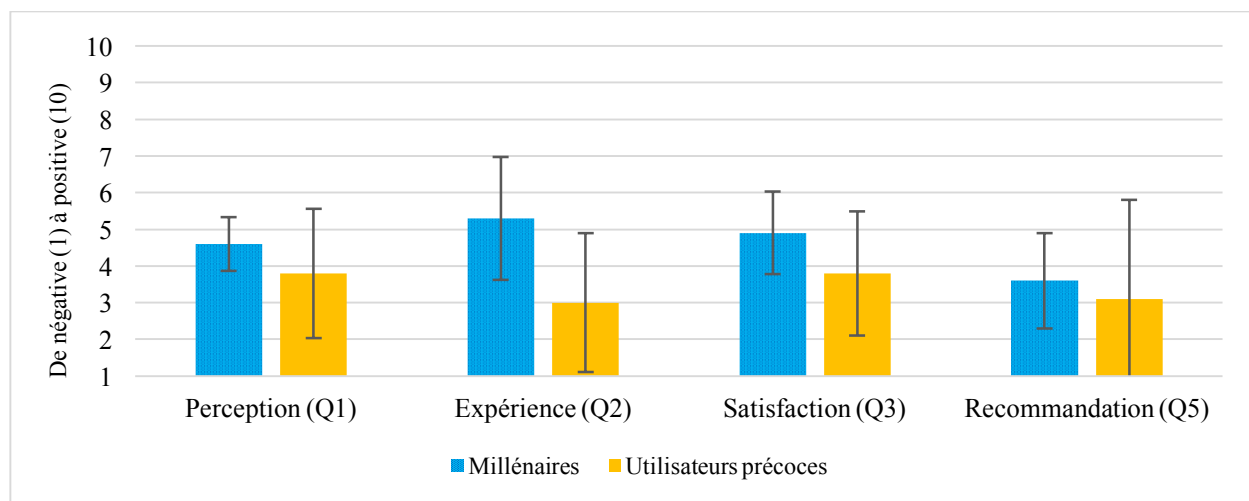


Figure 6.8 : Moyennes de l'EU globale

Conséquemment, les participants ne recommanderaient pas le Nex à un parent ou ami (Q5). Lorsque nous leur avons demandé ce qu'ils auraient choisi, s'ils avaient eu le choix entre le bracelet d'une valeur de 129 \$ et une compensation monétaire, tous les participants (23 sur 24) auraient choisi sans hésiter l'argent plutôt que le bracelet sauf une participante (P24).

L'EU globale est donc nécessairement affectée par l'EU de chacune de ses composantes, selon les points suivants : le bracelet, l'application, les cinq boutons programmables et les notifications.

6.2.2.1 Expérience utilisateur avec le bracelet

Au moins 11 participants sur 24 (46 %) ont reporté des problèmes de matériel avec le bracelet : quatre bracelets étaient brisés alors que sept étaient défectueux ou abimés. Des 8 participants sur 24 ayant choisi le bracelet blanc, 3 participants sur 8 l'ont échangé pour un noir : le blanc avait changé de couleur et se salissait facilement. Un port du bracelet inconfortable (Q7), un enfilage au poignet difficile (Q9) et une apparence (Q10) peu appréciée ont fait en sorte que l'EU est plutôt faible (Figure 6.9).

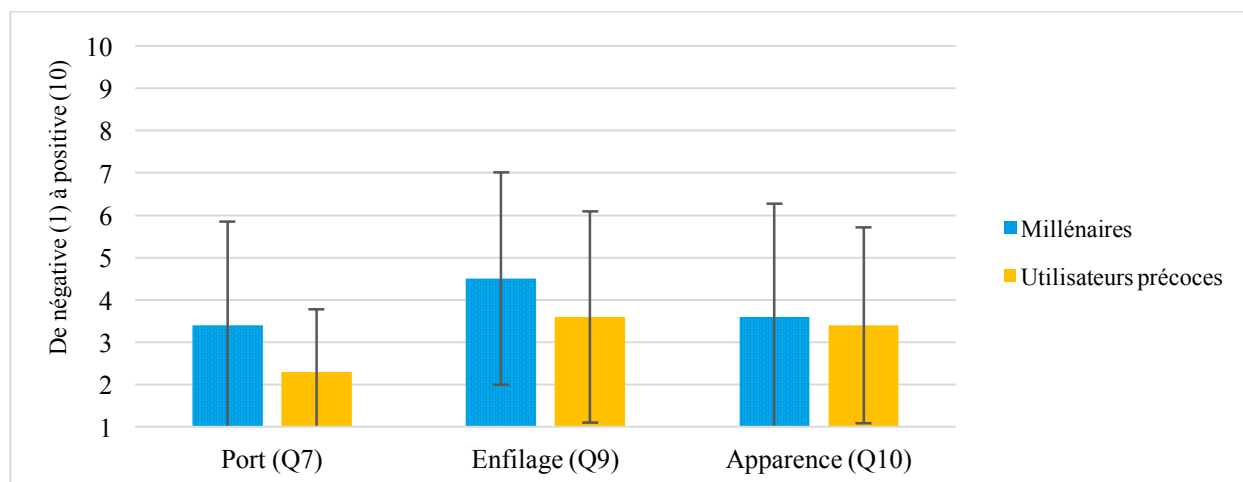


Figure 6.9 : Moyennes d'évaluation de l'EU avec le bracelet

Malgré qu'une majorité de participants aient choisi la taille large (18 sur 24 : 75 %), près de la moitié (11 sur 24 : 46 %) ont rapporté un ajustement trop serré.

À la question 11, une faible proportion de participants (6 sur 24 : 25 %) désirait personnaliser l'apparence du bracelet en changeant le style des mods. De ce fait, des participants ont démontré très peu d'intérêt dans la manipulation des mods (échange, partage de contenu, etc.) lors des discussions en signalant que c'est inutile (P1, P4, P2 et P6) et qu'on peut les perdre facilement (P3 et P7). À noter que près de 1 % des mods ont été perdus en moins d'une semaine (total de 7 mods sur une possibilité de 120).

À la question 12, il n'y a pas de tendance claire quant au style des mods. Par ailleurs, la question ayant été ajoutée lors de la rencontre du groupe 2, le groupe 1 n'a pas pu se prononcer. Dans le groupe 3, 5 participants sur 8 (63 %) ont préféré le mod biseauté (*b*) alors que 4 participants sur 8 (50 %) dans le groupe 2 ont choisi le mod transparent où l'on voit les circuits internes (*d*).

6.2.2.2 Expérience utilisateur avec l'application

L'apparence de l'interface était le point positif de l'expérience avec l'application (Figure 6.10), bien que ça pouvait paraître compliqué (P3 et P7) et encombré (P5 et P8). Beaucoup de commentaires négatifs ont été faits sur la convivialité (Q13) lors des discussions : ce n'est pas facile à naviguer (P1 et P4), c'est déroutant (P23 et P24) parce que les éléments de l'interface sont mal placés (P17, P21 et P22), il pourrait y avoir moins de boutons partout (P3 et P7) sur lesquels il faut cliquer souvent pour aller ailleurs (P10 et P15) et il y a trop d'étapes à franchir (P18 et P20). Ce manque

de convivialité serait en lien avec une trop grande flexibilité de personnalisation d'après certains participants : il y a trop de choses à configurer (P1 et P4) ou trop d'options (P13 et P14) et il devrait y avoir des préréglages (P9 et P16). Plus de la moitié des participants (14 sur 2, 58 %) ont par ailleurs suggéré plus de guidage comme des info-bulles ou un tutoriel pour commencer.

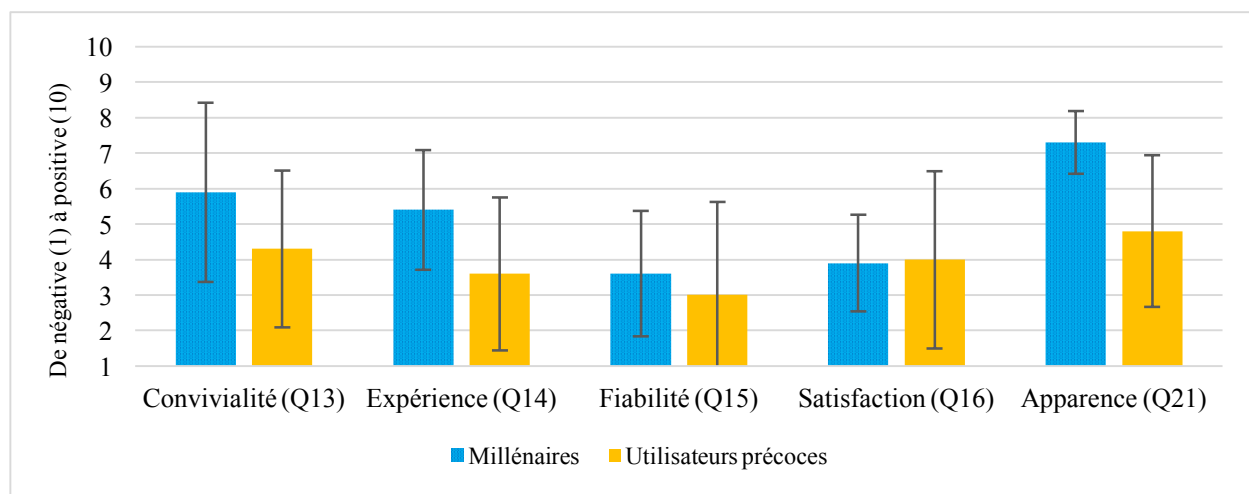


Figure 6.10 : Moyennes d'évaluation de l'EU avec l'application

Ce qui affecte le plus l'expérience utilisateur est le manque de fiabilité (Q15). Il y a beaucoup de bogues, ce qui pouvait être frustrant (P3 et P7) ou déroutant (P17, P21 et P22). Le bogue le plus couramment cité lors des discussions (10 sur 24 : 42 %) est la trop grande sensibilité des mods, ce qui pouvait déclencher certains *hack*, comme jouer de la musique, accidentellement en accrochant la surface avec la manche d'un manteau (P2, P6, P5, P8). Par ailleurs, à la question 20, la moitié des participants (12 sur 24 : 50 %) ont donné un score de réactivité élevé (6 sur 10 et plus). Autrement, quelques participants (9 sur 24 : 38 %) ont aussi mentionné devoir refaire la connexion Bluetooth régulièrement.

6.2.2.3 Expérience utilisateur avec les cinq boutons programmables

Les participants ont démontré un intérêt pour cette fonctionnalité, mais avec un score moyen de 5 sur 10 (Figure 6.11), l'EU n'était pas satisfaisante : les conditions (*When*) et les actions (*Do*) disponibles ne sont pas vraiment utiles (P1, P4, P11 et P12) ou sont limitées (P10 et P15) si bien que l'utilité est questionnable (P9 et P16). Il serait cependant utile de pouvoir contrôler d'autres objets connectés à distance (P2, P6, P5 et P8) advenant que IFTTT puisse fonctionner (P1, P4, P3

et P7). Quelques participants ont exprimé le souhait d'utiliser le bracelet comme contrôleur de jeu (P3 et P7) ou comme déclencheur de caméra à distance (P13, P14, P23, P24).

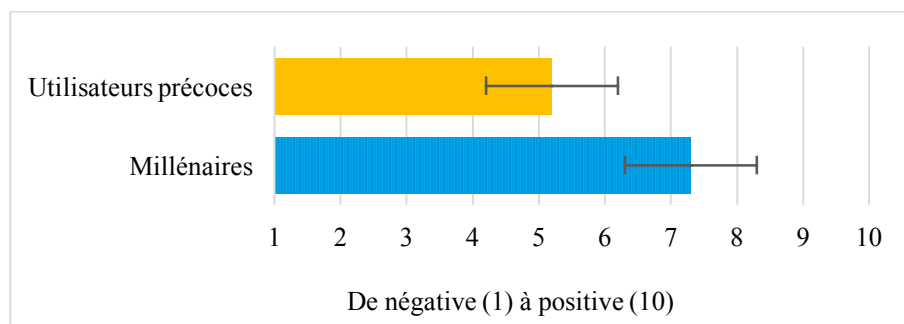


Figure 6.11 : Moyenne de l'appréciation des routines (Q17)

À noter que l'EU liée aux boutons a été impactée par la sensibilité des mods. En moyenne, créer un *hack* (Q18) et utiliser un bouton programmable (Q19) requièrent un effort mental de 6 sur 10 (Figure 6.12) où 1 est faible et 10 est élevé.

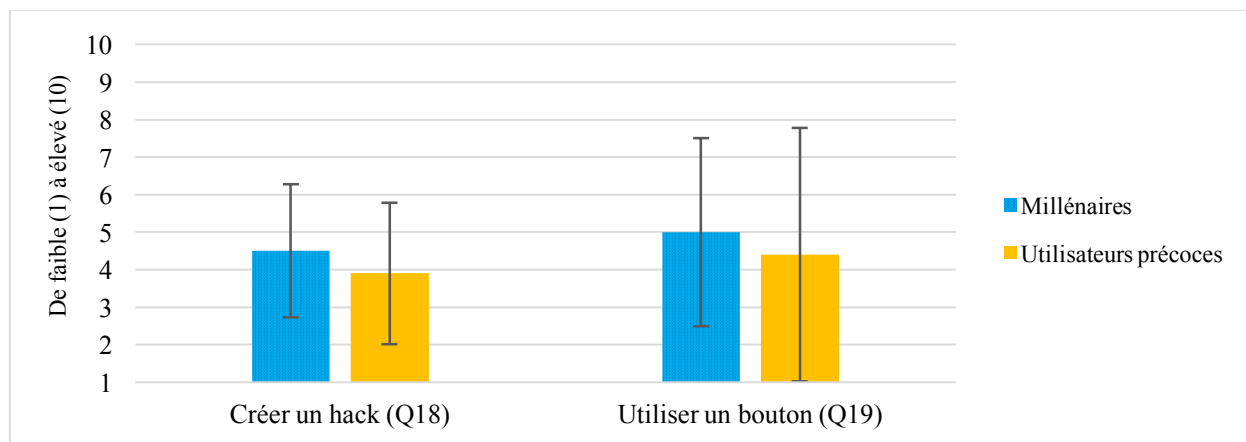


Figure 6.12 : Moyennes de l'effort requis avec les routines et les boutons programmables

6.2.2.4 Expérience utilisateur avec les notifications lumineuses et vibrotactiles

L'appréciation des notifications lumineuses et vibrotactiles obtient un score moyen de 6 sur 10 (Figure 6.13). Les écarts-types nous démontrent que quelques participants étaient enthousiastes alors que d'autres n'y voyaient aucun intérêt. Les discussions ont confirmé cette divergence d'opinion et il n'y a pas de consensus : c'est une distraction (P2 et P6) ou c'est intuitif (P5 et P8).

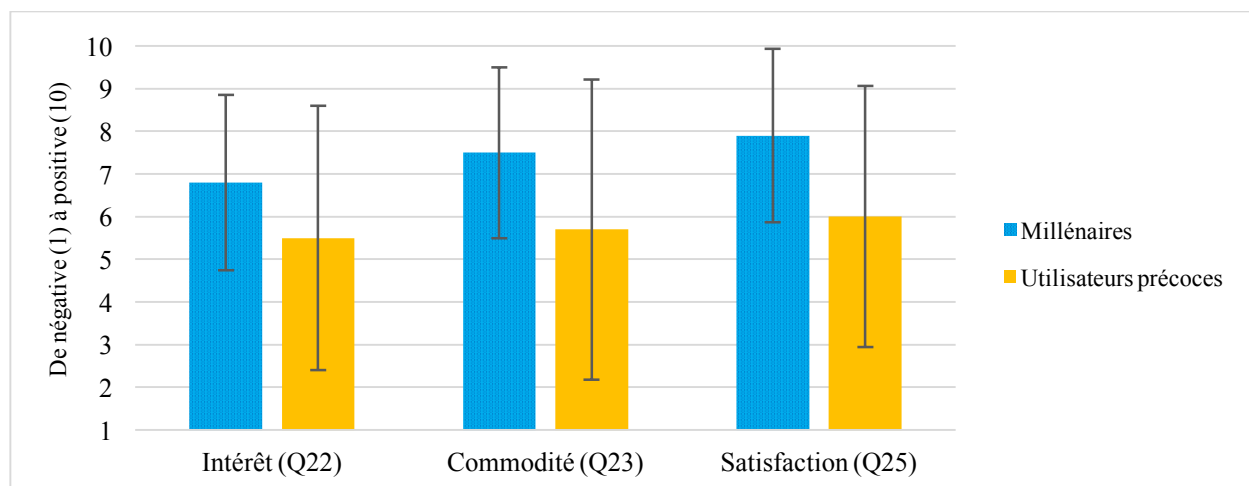


Figure 6.13 : Moyennes de l'appréciation de l'EU avec les notifications

En moyenne, créer un patron lumineux requiert un effort mental de 6 sur 10 (Figure 6.14) où 1 est faible et 10 est élevé et utiliser les patrons lumineux requiert un effort mental de 5 sur 10. Se rappeler la signification des patrons n'est pas facile parce qu'il y a trop de distinctions à faire entre les amis, les *hack* et les notifications générales (P1 et P4) ce qui peut être déroutant (P2 et P6) ou représenter un effort de mémorisation (P11 et P12) si bien que cela prendrait un mois ou deux pour bien les assimiler (P13 et P14). Créer ses propres patrons fait en sorte qu'il est plus facile de se rappeler (P1 et P4), c'est mieux (P2 et P6) et c'est amusant à créer soi-même (P13 et P14). Au moins 8 participants sur 24 (33 %) ont cependant mentionné que l'éditeur de patrons pourrait être amélioré puisqu'il n'est pas tout à fait convivial.

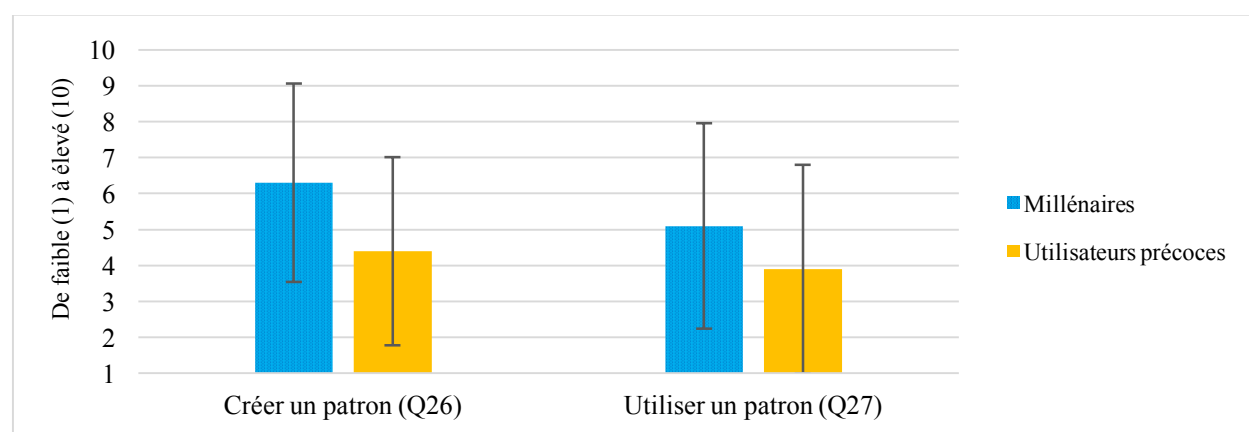


Figure 6.14 : Moyennes de l'effort requis créer et utiliser un patron lumineux

Un peu moins de la moitié des participants (10 sur 24 : 42 %) ont donné un score adéquat de 5 sur 10, soit ni trop lent ni trop rapide aux patrons lumineux fournis (Figure 6.15). Autant de participants

ont dit trouvé les patrons trop lents (7 sur 24 : 30 %) ou trop rapides (7 sur 24 : 30 %). Les notifications trop lentes sont attribuées à un délai entre la notification reçue sur le téléphone et le bracelet, ce qui rend l'utilisation du bracelet moins pertinente (P13 et P14). Quelques participants ont dit avoir eu du mal à intercepter ou percevoir les patrons lumineux à temps parce que les patrons par défaut (1500 ms) sont trop rapides (P23 et P24). Plus de temps est nécessaire entre la vibration et le patron lumineux (P1, P4, P3 et P7) puisqu'on manque toujours le début (P18 et P20).

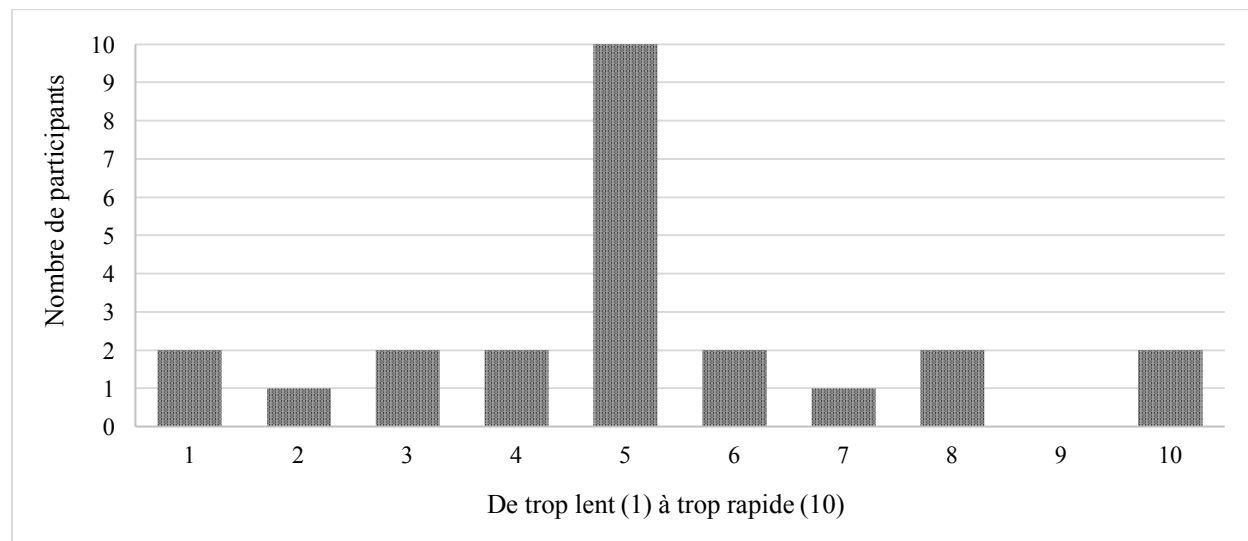


Figure 6.15 : Scores de perception des patrons lumineux (Q28)

Capter le patron lumineux à temps dépend beaucoup de la perception du patron vibrotactile qui le précède. Dans l'ensemble, les vibrations sont difficiles à distinguer : la moitié des participants (12 sur 24 : 50 %) ont donné un score de 4 sur 10 et moins, où 1 est imperceptible et 10 est trop fort, pour la perception des vibrations (Figure 6.16).

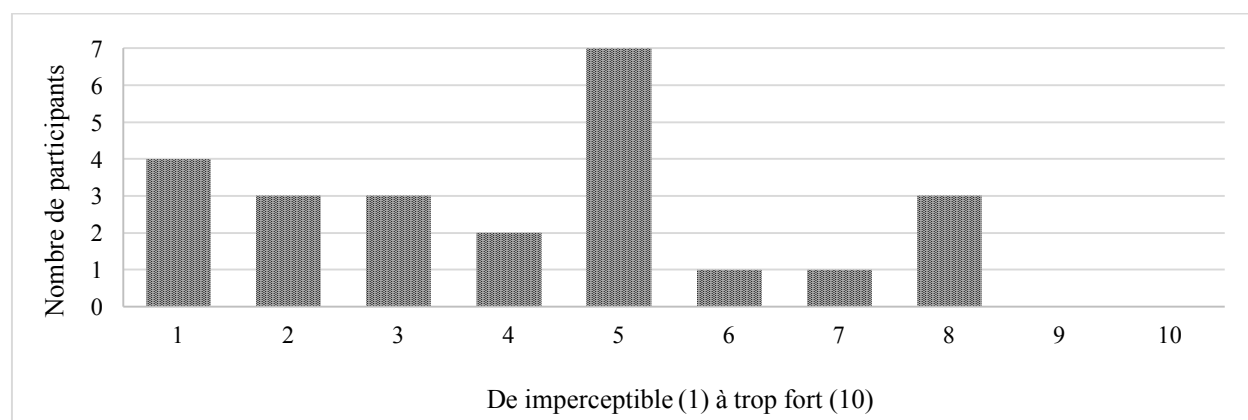


Figure 6.16 : Scores de perception des vibrations (Q29)

Conséquemment, quelques participants (P1, P4, P13 et P14) auraient souhaité pouvoir rejouer la notification. Ce qui signifie qu'ils n'ont pas trouvé l'historique des notifications dans l'application ou alors cette solution ne convient pas et il faudrait pouvoir rejouer à même le bracelet avec le bouton physique, par exemple.

Quelques participants (6 sur 24 : 25 %) auraient souhaité pouvoir communiquer avec le bracelet en envoyant de la messagerie codée par la lumière (P1, P4, P11, P12, P9 et P16). Deux participantes (P1 et P4) ont expliqué que les patrons lumineux devraient fonctionner comme une phrase au lieu d'utiliser un patron différent pour chaque événement : un seul patron pour tous les messages Facebook Messenger et un patron très simple, juste un mod qui clignote, avant ou après pour introduire et différencier l'ami d'où provient le message. La phrase ressemblerait à ceci : il y a un nouveau message Facebook de la part de ton amie Patricia. C'était l'intention initiale lors de la conception, mais ce n'était pas clair lors de l'utilisation, notamment parce que les notifications ont été séparées en deux sections distinctes : le cercle d'amis et les notifications générales. Autrement, quelques participants ont suggéré des applications alternatives : un jeu pour entraîner la mémoire (P9 et P16) ou un très long patron pour illuminer une fête (P1 et P4). D'ailleurs, les enfants de 4 participants sur 24 (16 %) en étaient complètement fous (P18, P20, P23, P24).

6.2.3 Utilisation à long terme

Pour terminer, les participants n'ont pas poursuivi l'utilisation du Nex à long terme (Annexe H) : le groupe 1 a progressivement abandonné pour arrêter complètement après sept semaines, le groupe 2, après quatre semaines et le groupe 3, après trois semaines seulement.

CHAPITRE 7 : DISCUSSION

Ce chapitre présente une discussion des résultats. Il sert notamment à montrer le sens de tous les résultats obtenus, les situer par rapport aux études précédentes et en tirer des conclusions pour faciliter le design d'une interface de système porté au poignet qui soit acceptée, c'est-à-dire, utile, utilisable et utilisée à long terme.

7.1 Freins à l'acceptation

Bien que 75 % des participants aient eu une première impression positive du bracelet au tout début lorsqu'ils en ont pris possession, l'acceptabilité de ce dernier n'était pas satisfaisante au départ. Déjà, à ce moment-là, le bracelet était considéré comme gros et encombrant par les participants. Après une semaine d'utilisation, on pouvait identifier des freins à l'acceptation. Il n'est donc pas surprenant que le Nex n'ait pas été utilisé à moyen ou à long terme par les participants. Ainsi, l'expérience avec le Nex contrevient aux principes de design identifiés par Motti et Caine (2014) à l'Annexe B pour favoriser une acceptation :

- Le Nex est considéré comme peu esthétique par une majorité des participants (principe #1 : esthétique).
- Son apparence est peu acceptée socialement (principe #8 : apparence).
- Le bracelet est gros et encombrant (principe #10 : encombrement).
- Il est peu confortable parce qu'il est rigide (principe #3 : confort).
- Le bracelet ne s'ajuste pas et ne convient pas à tous les poignets en termes de grandeurs disponibles (principe #7 : ergonomie).
- Le Nex est peu fiable puisque l'application qui le supporte comportait de nombreux bogues (principe #13 : fiabilité).
- L'application du Nex n'est pas conviviale et comporte des problèmes d'utilisabilité (principe #19 : convivialité).
- Quelques participants sont revenus avec un bracelet brisé ou abimé après une semaine d'utilisation (principe #14 : résistance).

- La surface des mods est beaucoup trop réactive au toucher alors que les notifications arrivaient parfois en retard sur le bracelet par rapport au téléphone mobile (principe #15 : réactivité).
- Les lumières ont été jugées comme ostentatoires et trop saillantes, ce qui pouvait déranger l'entourage (principe #18 : subtilité).
- Apprendre les différentes modalités de l'interaction avec le Nex représente un effort mental (principe #11 : charge cognitive).
- Le Nex ne satisfait pas aux attentes et besoins des utilisateurs qui veulent pouvoir lire l'heure, communiquer facilement lors d'un déplacement (messagerie) et faire le suivi de leur santé, confirmant l'étude de (Pizza et al., 2016) qui stipule que ces fonctions sont les plus utiles et utilisées par les participants (principe #16 : satisfaction des attentes).

Dans les freins non répertoriés par les principes de design de Motti et Caine (2014), notons :

- Un manque d'interopérabilité puisque la connexion Bluetooth instable obligeait les participants à se reconnecter régulièrement.
- L'utilité perçue du Nex, c'est-à-dire, le rapport entre les bénéfices et les changements d'usage nécessaires pour l'utiliser, n'est pas suffisamment claire ou convaincante.

7.2 Interface non validée et pistes de réflexion

Du coup, ces nombreux freins à l'acceptation viennent invalider l'interface utilisateur puisqu'ils ont des répercussions sur son utilisation. Ainsi, par exemple, le matériel rigide du bracelet était non seulement peu confortable et non ajustable, mais il affectait aussi le rendement de la vibration, ce qui rendait les notifications inutilisables et inutiles. Il est aussi possible que l'apprentissage des patrons en ait été affecté.

Il y a cependant de nombreuses leçons apprises qui peuvent être applicables dans une prochaine interface utilisateur de système porté au poignet.

Tout d'abord, les notifications lumineuses et vibrotactiles doivent demeurer discrètes selon les participants, afin que l'affichage d'information protège efficacement l'intimité de son porteur. Trop d'intensité lumineuse, trop d'amplitude dans le mouvement ou un clignotement rapide sont des

caractéristiques jugées comme peu subtiles et inadéquates socialement. Il est préférable de faire des transitions lentes et de réduire soit l'intensité lumineuse ou la grosseur des voyants.

L'absence d'écran ne pose pas de problème comme tel, mais les participants désirent pouvoir lire l'heure et communiquer par messagerie. En fait, certains participants ont mentionné que c'est un écran de moins dont on n'a pas à se préoccuper et cela permet de nous détacher de notre téléphone intelligent. Cependant, l'absence d'écran représente un coût cognitif important au début puisque l'utilisateur doit désapprendre et réapprendre un nouveau paradigme. Cela exige du temps pour s'habituer. Il faut alors aider et supporter l'utilisateur dans cette transition en le guidant pas à pas et en s'assurant notamment que l'application qui supporte le bracelet est suffisamment conviviale. De plus, nous savons maintenant que créer soi-même un patron lumineux favorise l'apprentissage et que la couleur est un bon repère sémantique.

Les participants désirent contrôler certaines actions explicites et il y a donc un intérêt pour les cinq boutons programmables. Les participants ont cependant rencontré différents problèmes : la trop grande réactivité des mods, une liste de conditions et d'actions peu propices pour créer des routines qui soient utiles, un manque de guidage sur comment créer ces routines et une difficulté à mémoriser l'emplacement et la fonction de chaque bouton. Pour que cette fonctionnalité appréciée des participants soit satisfaisante, il faudrait :

- verrouiller la surface jusqu'à ce que l'utilisateur soit prêt à l'utiliser;
- proposer des routines déjà formulées que l'utilisateur n'aura qu'à personnaliser;
- tirer partie de la modularité des mods pour faciliter la reconnaissance tactile des boutons en ayant par exemple cinq surfaces de reliefs ou textures différentes.

L'automatisation et les interactions implicites personnalisées n'ont pas été utilisées pour les mêmes raisons citées ci-dessus. Notamment, les participants pensaient que le Nex n'était qu'un podomètre, mais il peut faire davantage que calculer les pas. Grâce à la création de routines, il est possible d'obtenir le nombre de calories brûlées et la distance parcourue et activer des fonctions liées à la géolocalisation. Il faut donc guider davantage l'utilisateur dans l'application et lui proposer des routines déjà formulées qu'il peut personnaliser.

L'étude confirme que la personnalisation est importante aux yeux des participants. D'une part, les participants ont préféré créer leurs propres patrons lumineux. D'autre part, ils veulent pouvoir

choisir l'apparence du bracelet. Ceci dit, ils ne désirent pas collectionner ou changer les mods, de peur de les perdre ou d'abimer le bracelet. Ainsi, ils souhaitent peut-être personnaliser l'apparence lors de l'achat, mais ne désirent pas nécessairement changer par la suite. À noter que quelques participants se sont sentis dépassés face à trop d'options dans l'application. Une plus grande personnalisation est souhaitable dans la mesure où ça ne devient pas une surcharge.

Un autre fait intéressant est que la durée de pile de trois jours sur une charge complète n'a pas été mentionnée par les participants, durée qui n'est pourtant pas longue comparativement à celle d'autres systèmes portés au poignet. Un participant (P3) a mentionné que le bracelet se charge rapidement, soit en une heure ou deux. Peut-être que la durée de pile plus courte s'accepte plus facilement si la recharge se fait rapidement.

Les principes de design de Motti et Caine (2014) couvrent la plupart des problèmes rencontrés dans le cadre de cette étude et nous apparaissent donc comme bons à suivre lors de la conception d'un système porté au poignet. Seuls l'interopérabilité, l'autonomie et l'utilité perçue ne font pas partie de la liste et devraient y être ajoutés. Certains principes pourraient être regroupés, par exemple, l'esthétique et l'apparence vont de pair ainsi que l'ergonomie et le confort.

L'étude n'a pas invalidé les patrons de conception employés pour avoir un affichage ambiant. Des études plus pointues demeurent nécessaires pour déterminer la validité de ces patrons pour concevoir une interface d'un système porté au poignet, à condition que tous les autres paramètres (ex., confort, durabilité, esthétique, etc.) soient d'abord acceptables et acceptés par les utilisateurs. De ce fait, il faut considérer les besoins à combler dans l'ordre défini par Anderson (2011) dans la pyramide de l'EU (Figure 3.5, page 21). Ce cadre permettrait notamment de prioriser les objectifs à atteindre pour une meilleure acceptation des systèmes portés au poignet. Par ailleurs, les principes de design de Motti et Caine (2014) pourraient alors être regroupés autour des six piliers de cette pyramide. Par exemple, la facilité d'utilisation (principe #6), la charge cognitive (principe #11) et l'affordance (principe #2) pourraient être regroupés sous le pilier utilisable (en anglais : *usable*).

Il y a une différence notable dans l'ensemble des résultats entre les utilisateurs précoces et les millénaires. Par exemple, on aurait pu penser que les utilisateurs précoces seraient moins affectés par des bogues ou le manque de fiabilité, mais bien au contraire, ils se sont montrés plus critiques que les millénaires, ce qui en fait un bon groupe test avant une mise en marché de masse.

Finalement, il semble tout à fait approprié de conserver une méthode hybride d'évaluation c'est-à-dire combiner les tests en laboratoire avec une étude sur le terrain pour évaluer l'interface dans le contexte d'utilisation réelle et ainsi s'assurer d'une plus grande validité écologique.

CHAPITRE 8 : CONCLUSION

Cette étude a permis à l'entreprise Mighty Cast de développer une version améliorée du design de son bracelet. Le produit n'était clairement pas prêt pour une commercialisation de masse et avait donc de forte chance d'aboutir à un échec commercial. De plus, le processus de conception centrée utilisateur était étranger à l'entreprise partenaire qui est dorénavant sensibilisée à l'importance d'impliquer les utilisateurs plus tôt dans le processus.

Au début de 2017, le système porté au poignet idéal ne semblait pas exister et il y a encore place à l'amélioration pour satisfaire les utilisateurs et répondre à leurs besoins. Malgré les succès commerciaux de Fitbit ou de l'Apple Watch, ces systèmes portés comptent sur l'attrait de la nouveauté pour augmenter les parts de marché : fidéliser ces utilisateurs sur le long terme en leur permettant de vivre une expérience significative est un défi qui n'est pas encore relevé. Il y a cependant de l'espoir. Au fil du temps et à mesure que ce segment du marché parvient à maturité, nous avons cumulé un savoir empirique au sujet des fausses pistes ou des ratés à éviter, et en théorie nous connaissons mieux ce qui pourrait constituer un bon système porté.

Limites de l'étude

Aucune itération n'a eu lieu entre les trois différents groupes constitués au départ. D'une part, un cycle itératif de deux semaines est beaucoup trop court et un minimum de quatre semaines aurait été préférable. Mighty Cast a préféré se concentrer sur les bogues techniques à résoudre et a cherché à stabiliser le système. Il aurait été intéressant de vérifier notamment l'appréciation de différents délais temporels entre l'apparition du patron vibrotactile et celle du patron lumineux pour trouver empiriquement le temps moyen utilisable par des participants.

Quelques questions demeurent sans réponse, notamment à cause des limites de l'étude. Par exemple, il n'a pas été possible de connaître le nombre de notifications que chaque participant a reçues ainsi que le taux d'exposition aux patrons. De plus, il aurait été intéressant de connaître le nombre de patrons retenus après deux, trois ou quatre semaines.

Le nombre de participants est limité et n'est pas représentatif de la population générale puisque nous avons une proportion importante d'utilisateurs précoces (16 sur 24). Cependant, comme expliqué dans la discussion des résultats, ces participants se sont avérés être un bon groupe test.

Travaux futurs

Des études plus pointues sont nécessaires pour valider les patrons de conception de l'interface utilisateur d'un système porté sans écran avec affichage ambiant, interface multimodale, micro-interactions, interaction implicite personnalisée et boutons programmables. Comme nous avons vu au chapitre précédent dans la discussion, il faut pouvoir écarter les freins à l'acceptation (ex., confort, durabilité, esthétique, etc.) qui peuvent affecter négativement la validité de l'interface.

La construction d'un processus d'évaluation ergonomique adapté aux systèmes portés représente un sujet de recherche pertinent à explorer. Nous avons utilisé une approche hybride laboratoire – terrain qui semble la bonne voie à suivre, mais il demeure difficile de recueillir des données sur le terrain sur de longues durées.

RÉFÉRENCES

- Adelman, A. et Alarcon, R. (2013). *Brevet US 20130173658 A1*.
- AFNOR. (1995). *FD X50-101 : Analyse fonctionnelle - L'analyse fonctionnelle outil interdisciplinaire de compétitivité*.
- Anderson, S. P. (2011). *Seductive interaction design: creating playful, fun, and effective user experiences* : Pearson Education.
- APCI. (2013). *Le design des interfaces numériques en 170 mots-clés: Des interactions Homme-Machine au design interactif* : Dunod.
- Argus Insights. (2016). *Examining the Wearables Ecosystem: Roadblocks in Personal Data Interpretation*. :
- Ashbrook, D. L. (2010). *Enabling mobile microinteractions*. (Georgia Institute of Technology).
- Atzori, L., Iera, A. et Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805. doi:10.1016/j.comnet.2010.05.010
- Bakker, S., van den Hoven, E. et Eggen, B. (2015). Peripheral interaction: characteristics and considerations. *Personal and Ubiquitous Computing*, 19(1), 239-254.
- Bandodkar, A. J., Jia, W. et Wang, J. (2015). Tattoo-Based Wearable Electrochemical Devices: A Review. *Electroanalysis*, 27(3), 562-572.
- Baron, N. S. (2010). *Always on: Language in an online and mobile world* : Oxford University Press.
- Bartram, L., Ware, C. et Calvert, T. (2003). Moticons:: detection, distraction and task. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58(5), 515-545.
- Bastien, J. M. C. et Scapin, D. L. (1993). *Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces*. : INRIA.
- Brangier, E. et Bastien, J.-M. C. (2010). 12. L'évolution de l'ergonomie des produits informatiques: accessibilité, utilisabilité, émotionnalité et influençabilité. Dans *Ergonomie, conception de produits et services médiatisés* (p. 307-328): Presses Universitaires de France.
- Brewster, S. A. et Brown, L. M. (2004). *Non-visual information display using tactons*. Communication présentée à CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems (p. 787-788).
- Brewster, S. A., Lumsden, J., Bell, M., Hall, M. et Tasker, S. (2003). *Multimodal "eyes-free" interaction techniques for wearable devices*. Communication présentée à Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (p. 473-480).
- Buenaflor, C. et Kim, H.-C. (2013). Six human factors to acceptability of wearable computers. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 8(3).
- Card, S. K., Newell, A. et Moran, T. P. (1983). The psychology of human-computer interaction.

- Chang, A., Resner, B., Koerner, B., Wang, X. et Ishii, H. (2001). *LumiTouch: an emotional communication device*. Communication présentée à CHI'01 extended abstracts on Human factors in computing systems (p. 313-314).
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *The Journal of the acoustical society of America*, 25(5), 975-979.
- Cutrell, E., Czerwinski, M. et Horvitz, E. (2001). Notification, disruption, and memory: Effects of messaging interruptions on memory and performance.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
- DeVaul, R. W. (2004). *The memory glasses: wearable computing for just-in-time memory support*. (Thèse, Massachusetts Institute of Technology).
- Fogg, B. (2009). *Creating persuasive technologies: an eight-step design process*. Communication présentée à Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology, Claremont, California, USA.
- Gartner. (2015a). Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor.
- Gartner. (2015b). Wearable Technology Beyond Smartwatches. Tiré de <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/wearable-technology-beyond-smartwatches-3/>
- Gartner. (2016). Gartner Survey Shows Wearable Devices Need to Be More Useful. Tiré de <http://www.gartner.com/newsroom/id/3537117>
- Gibbs, S. (2016). Motorola brand to cease to exist. *The Guardian*.
- Gökhan, M. (2008). Wearable technologies for emotion communication. *METU JFA*, 1, 153.
- Gross, T. (2003). Ambient interfaces: design challenges and recommendations. *Human computer interaction: theory and practice*, 68-72.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. et Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
- Han, F. et Luximon, T. (2016). Examining the Usability of Message Reading Features on Smartwatches.
- Hassenzahl, M. (2003). The thing and I: understanding the relationship between user and product. Dans *Funology* (p. 31-42): Springer.
- Healey, C. G., Booth, K. S. et Enns, J. T. (1996). High-speed visual estimation using preattentive processing. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 3(2), 107-135. doi:10.1145/230562.230563
- Heglin, H. J. (1973). *NAVSHIPS Display Illumination Design Guide. Section 2: Human Factors*. : DTIC Document.
- Heilig, M. L. (1992). El cine del futuro: The cinema of the future. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(3), 279-294.

- Hewett, T. T., Baecker, R., Card, S., Carey, T., Gasen, J., Mantei, M., Perlman, G., Strong, G. et Verplank, W. (1992). *ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction* : ACM.
- IDC. (2015). IDC Forecasts Worldwide Shipments of Wearables to Surpass 200 Million in 2019, Driven by Strong Smartwatch Growth and the Emergence of Smarter Watches
- Intille, S. S. (2004). Ubiquitous computing technology for just-in-time motivation of behavior change. *Stud Health Technol Inform*, 107(Pt 2), 1434-1437.
- Ishii, H. et Ullmer, B. (1997). *Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms*. Communication présentée à Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems (p. 234-241).
- ISO. (2010). Partie 210 : Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs. Dans *9241 Ergonomie de l'interaction homme-système*. Suisse: Organisation internationale de normalisation (ISO).
- Jaimes, A. et Sebe, N. (2005). *Multimodal human computer interaction: A survey*. Communication présentée à International Workshop on Human-Computer Interaction (p. 1-15).
- Jaimes, A. et Sebe, N. (2007). Multimodal human-computer interaction: A survey. *Computer vision and image understanding*, 108(1), 116-134.
- Johnson, J. (2010). *Designing with the Mind in Mind: Simple Guide to Understanding User Interface Design Rules* : Elsevier Science.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort* : Citeseer.
- Karahanoğlu, A. et Erbuğ, Ç. (2011). *Perceived qualities of smart wearables: determinants of user acceptance*. Communication présentée à Proceedings of the 2011 Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces (p. 26).
- Karapanos, E. (2013). User experience over time. Dans *Modeling Users' Experiences with Interactive Systems* (p. 57-83): Springer.
- Kaufman, L. et Weed, B. (1998). *Too much of a good thing?: identifying and resolving bloat in the user interface*. Communication présentée à CHI 98 Conference Summary on Human Factors in Computing Systems (p. 207-208).
- Kjeldskov, J. et Stage, J. (2003). New techniques for usability evaluation of mobile systems. *International journal of human-computer studies*, 60(5), 599-620.
- Klemmer, E. T. (1958). Time sharing between frequency-coded auditory and visual channels. *Journal of Experimental Psychology*, 55(3), 229.
- Koffka, K. (1935). *Principles of gestalt psychology* : Harcourt, Brace.
- Kortum, P. (2008). Introduction to the Human Factors of Nontraditional Interfaces. Dans *HCI beyond the GUI: Design for haptic, speech, olfactory, and other nontraditional interfaces* : Morgan Kaufmann.
- Krishna, G. (2015). *The Best Interface is No Interface: The Simple Path to Brilliant Technology* : Pearson Education.
- Lallemand, C. et Gronier, G. (2015). *Méthodes de design UX: 30 méthodes fondamentales pour concevoir et évaluer les systèmes interactifs* : Eyrolles.

- Lamkin, P. (2015). Fitbit Still Plagued With Skin Irritation Complaints. *Forbes/Tech*.
- Ledger, D. et McCaffrey, D. (2014). *How the science of human behaviour change offers the secret to long-term engagement.* :
- Lowens, B., Motti, V. et Caine, K. (2015). *Design recommendations to improve the user interaction with wrist worn devices*. Communication présentée à Pervasive Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops), 2015 IEEE International Conference on (p. 562-567).
- Lund, N. (2002). *Attention and pattern recognition* : Routledge.
- Lunney, A., Cunningham, N. R. et Eastin, M. S. (2016). Wearable fitness technology: A structural investigation into acceptance and perceived fitness outcomes. *Computers in Human Behavior*, 65, 114-120.
- Lyons, K. et Starner, T. (2001). *Mobile capture for wearable computer usability testing*. Communication présentée à Wearable Computers, 2001. Proceedings. Fifth International Symposium on (p. 69-76).
- Mac Carron, P., Kaski, K. et Dunbar, R. (2016). Calling Dunbar's numbers. *Social Networks*, 47, 151-155.
- Mack, C. (2015). The Multiple Lives of Moore's Law. *IEEE Spectrum*, 52(4), 31-37. doi:10.1109/MSPEC.2015.7065415
- Maguire, M. C. (1985). A review of human factors guidelines and techniques for the design of graphical human-computer interfaces. *Computers & graphics*, 9(3), 221-235.
- Mankoff, J., Dey, A. K., Hsieh, G., Kientz, J., Lederer, S. et Ames, M. (2003). *Heuristic evaluation of ambient displays*. Communication présentée à Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (p. 169-176).
- Mann, S. (1996). Smart clothing: The shift to wearable computing. *Communications of the ACM*, 39(8), 23-24.
- Mann, S. (2001). Wearable computing: Toward humanistic intelligence. *IEEE Intelligent Systems*, 16(3), 10-15.
- Matthews, T., Dey, A. K., Mankoff, J., Carter, S. et Rattenbury, T. (2004). *A toolkit for managing user attention in peripheral displays*. Communication présentée à Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology (p. 247-256).
- McCrickard, D. S., Czerwinski, M. et Bartram, L. (2003). Introduction: design and evaluation of notification user interfaces. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58(5), 509-514.
- McGrenere, J., Baecker, R. M. et Booth, K. S. (2002). *An evaluation of a multiple interface design solution for bloated software*. Communication présentée à Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (p. 164-170).
- McGrenere, J. et Moore, G. (2000). *Are we all in the same "bloat"?* Communication présentée à Graphics interface (vol. 2000, p. 187-196).

- Miller, T. et Stasko, J. (2002). *Artistically conveying peripheral information with the InfoCanvas*. Communication présentée à Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces (p. 43-50).
- Motti, V. G. et Caine, K. (2014). *Human factors considerations in the design of wearable devices*. Communication présentée à Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (vol. 58, p. 1820-1824).
- Motti, V. G. et Caine, K. (2015a). *Micro interactions and Multi dimensional Graphical User Interfaces in the Design of Wrist Worn Wearables*. Communication présentée à Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (vol. 59, p. 1712-1716).
- Motti, V. G. et Caine, K. (2015b). *Users' privacy concerns about wearables*. Communication présentée à International Conference on Financial Cryptography and Data Security (p. 231-244).
- Motti, V. G. et Caine, K. (2016). *Smart Wearables or Dumb Wearables?: Understanding how Context Impacts the UX in Wrist Worn Interaction*. Communication présentée à Proceedings of the 34th ACM International Conference on the Design of Communication (p. 10).
- Nielsen, J. (1994). *Enhancing the explanatory power of usability heuristics*. Communication présentée à Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Boston, Massachusetts, USA.
- NIST. (2010). Cloud Computing. Consulté le 20 mai 2016, tiré de <https://www.nist.gov/programs-projects/cloud-computing>
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things* : Basic books.
- Norman, D. A. (1998). *The invisible computer: why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution* : MIT press.
- Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things* : Basic books.
- Norman, D. A. (2010). Natural user interfaces are not natural. *interactions*, 17(3), 6-10.
- Norman, D. A. et Nielsen, J. (2010). Gestural interfaces: a step backward in usability. *interactions*, 17(5), 46-49.
- Nowell, L. T. (1997). *Graphical encoding for information visualization: using icon color, shape, and size to convey nominal and quantitative data*. (Virginia Polytechnic Institute and State University).
- NPD. (2014a). The Demographic Divide: Fitness Trackers and Smartwatches Attracting Very Different Segments of the Market. Las Vegas, Nevada.
- NPD. (2014b). *Wearable Device Market and Forecast Report*. :
- Oviatt, S. (2003). Multimodal interfaces. *The human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies and emerging applications*, 14, 286-304.
- Page, T. (2009). Feature creep and usability in consumer electronic product design. *International Journal of Product Development*, 9(4), 406-428.

- Pemberton, L. et Fallahkhair, S. (2006). Beyond usability: evaluating a cross-platform language learning service for iTV and mobile phone. *Proceedings of EuroITV 2006*.
- Philips. (2016). *Breaking the cycle of reactive healthcare: Analysis of the U.S.* : Future Health Index Results.
- Piwek, L., Ellis, D. A., Andrews, S. et Joinson, A. (2016). The rise of consumer health wearables: promises and barriers. *PLoS Med*, 13(2), e1001953.
- Pizza, S., Brown, B., McMillan, D. et Lampinen, A. (2016). *Smartwatch in vivo*. Communication présentée à Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (p. 5456-5469).
- Plouznikoff, N. (2008). *Interface diffuse : conception, développement et évaluation d'un nouveau paradigme d'interaction humain-ordinateur*. (Thèse de doctorat, École Polytechnique de Montréal).
- Plouznikoff, N., Plouznikoff, A. et Robert, J.-M. (2005). *Artificial grapheme-color synesthesia for wearable task support*. Communication présentée à Wearable Computers, 2005. Proceedings. Ninth IEEE International Symposium on (p. 108-111).
- Plouznikoff, N. et Robert, J.-M. (2004). *Caractéristiques, enjeux et défis de l'informatique portée*. Communication présentée à Proceedings of the 16th Conference on l'Interaction Homme-Machine (p. 125-132).
- Plutchik, R. (1980). A general psychoevolutionary theory of emotion. *Theories of emotion*, 1(3-31), 4.
- Poupyrev, I., Maruyama, S. et Rekimoto, J. (2002). *Ambient touch: designing tactile interfaces for handheld devices*. Communication présentée à Proceedings of the 15th annual ACM symposium on User interface software and technology (p. 51-60).
- Pousman, Z. et Stasko, J. (2006). *A taxonomy of ambient information systems: four patterns of design*. Communication présentée à Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, Venezia, Italy.
- Proctor, R. W. et Vu, K.-P. L. (2012). Human Information Processing : An Overview for Human-Computer Interaction. Dans J. A. Jacko (édit.), *Human computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies, and emerging applications* (p. 21-40): CRC press.
- Rhodes, B. J. (1997). The wearable remembrance agent: A system for augmented memory. *Personal Technologies*, 1(4), 218-224.
- Robert, J.-M. (2008). *Vers la plénitude de l'expérience utilisateur*. Communication présentée à Proceedings of the 20th Conference on l'Interaction Homme-Machine (p. 3-10).
- Rogers, E. M. (2010). *Diffusion of innovations* : Simon and Schuster.
- Rogers, W. A., Rousseau, G. K. et Fisk, A. D. (1999). Applications of attention research. Dans D. F. T.R. S. Nickerson R. W. Schvaneveldt S. T. Dumais D. S. Lindsay et M. T. Chi (édit.), *Handbook of applied cognition* (p. 33-55): Wiley.
- Rose, D. (2014). *Enchanted Objects: Design, Human Desire, and the Internet of Things* : Scribner.
- Rowland, C., Goodman, E., Charlier, M., Light, A. et Lui, A. (2015). *Designing Connected Products: UX for the Consumer Internet of Things* : O'Reilly Media.

- Russel, J. et Biggs, J. (2016). Fitbit is buying troubled smartwatch maker Pebble for around \$40 million. *TechCrunch*.
- Sag, A. (2016). It's A Jungle Out There In Wearable Technology. *Forbes/Tech*.
- Sahami Shirazi, A., Henze, N., Dingler, T., Pielot, M., Weber, D. et Schmidt, A. (2014). *Large-scale assessment of mobile notifications*. Communication présentée à Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (p. 3055-3064).
- Saket, B., Prasajo, C., Huang, Y. et Zhao, S. (2013). *Designing an effective vibration-based notification interface for mobile phones*. Communication présentée à Proceedings of the 2013 conference on Computer supported cooperative work (p. 149-1504).
- Sanders, M. S. et McCormick, J. (1993). Visual displays of dynamic information. Dans *Human Factors in Engineering and Design* (7^e éd., p. 132-159): McGraw Hill.
- Sawh, M. (2017). Samsung responds to reports of Gear Fit2 burn complaints. *Wareable*.
- Schacter, D. L. (2001). *The seven sins of memory* : Boston: Houghton Mifflin.
- Schmidt, A. (2000). Implicit human computer interaction through context. *Personal technologies*, 4(2-3), 191-199.
- Schneider, W. et Chein, J. M. (2003). Controlled & automatic processing: behavior, theory, and biological mechanisms. *Cognitive Science*, 27, 525-559.
- Schooler, L. (2014). *Wearable Technology Future Is Ripe for Growth – Most Notably among Millennials*. : PwC US. Tiré de <http://www.strategyand.pwc.com/us/home/media/media-releases/displays/wearable-technology-ripe-for-growth>
- Seymour, S. (2008). *Fashionable technology: The intersection of design, fashion, science, and technology* : Springer Publishing Company, Incorporated.
- Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmqvist, N. et Diakopoulos, N. (2016). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction* : Pearson Education.
- Siewiorek, D., Smailagic, A. et Starner, T. (2012). Wearable computers. Dans *Human Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications, Third Edition* (p. 273-296): CRC Press.
- Sparrow, B., Liu, J. et Wegner, D. M. (2011). Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. *science*, 333(6043), 776-778.
- Starner, T. (2001). The challenges of wearable computing: Part 1&2. *Ieee Micro*, 21(4), 44-67.
- Starner, T. (2002). Attention, memory, and wearable interfaces. *IEEE pervasive computing*, 1(4), 88-91.
- Statista. (2016). *Facts and statistics on Wearable Technology*. : Tiré de <https://www.statista.com/topics/1556/wearable-technology/>
- Suomela, R., Lehtikoinen, J. et Salminen, I. (2001). *A system for evaluating augmented reality user interfaces in wearable computers*. Communication présentée à Wearable Computers, 2001. Proceedings. Fifth International Symposium on (p. 77-84).
- Surowiecki, J. (2007). Feature presentation. *The New Yorker*, 28.

- Tan, H. Z. et Pentland, A. (1997). Tactual displays for wearable computing. *Personal Technologies*, 1(4), 225-230.
- Telford, C. W. (1931). The refractory phase of voluntary and associative responses. *Journal of Experimental Psychology*, 14(1), 1.
- Ternes, D. et Maclean, K. E. (2008). *Designing large sets of haptic icons with rhythm*. Communication présentée à International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications (p. 199-208).
- Thompson, D. V., Hamilton, R. W. et Rust, R. T. (2005). Feature fatigue: When product capabilities become too much of a good thing. *Journal of marketing research*, 42(4), 431-442.
- Thompson, D. V. et Norton, M. I. (2011). The social utility of feature creep. *Journal of Marketing Research*, 48(3), 555-565.
- Tilley, A. (1993). The measure of man and woman: human factors in design.
- Treisman, A. (1985). Preattentive processing in vision. *Computer vision, graphics, and image processing*, 31(2), 156-177.
- Uğur, S. (2013). *Wearing embodied emotions: A practice based design research on wearable technology* : Springer.
- Ware, C. (2012). *Information Visualization: Perception for Design* : Elsevier Science.
- Weill, M. et Souissi, M. (2010). *L'Internet des objets: concept ou réalité?* Communication présentée à Annales des Mines-Réalités industrielles (p. 90-96).
- Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific American* 265(3), 94-104.
- Weiser, M. et Brown, J. S. (1996). The coming age of calm technology.
- Welch, C. (2016). The Microsoft Band is dead. *The Verge*.
- Wickens, C. D. (1987). Information processing, decision-making, and cognition. *Handbook of human factors*, 72-107.
- Wikipédia. (s.d.). LED. Consulté le 20 mai 2016, tiré de https://fr.wikipedia.org/wiki/Diode_électroluminescente
- Wisneski, C., Ishii, H., Dahley, A., Gorbet, M., Brave, S., Ullmer, B. et Yarin, P. (1998). *Ambient displays: Turning architectural space into an interface between people and digital information*. Communication présentée à International Workshop on Cooperative Buildings (p. 22-32).
- Xu, C. et Lyons, K. (2015). *Shimmering smartwatches: Exploring the smartwatch design space*. Communication présentée à 9th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, TEI 2015, January 15, 2015 - January 19, 2015, Stanford, CA, United states (p. 69-76). doi:10.1145/2677199.2680599
- Zeff, C. (1965). Comparison of conventional and digital time displays. *Ergonomics*, 8(3), 339-345.
- Zhang, D. et Adipat, B. (2005). Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 18(3), 293-308.

ANNEXE A — SOURCES DE L'ANALYSE COMPÉTITIVE

Les sources ont été consultées en janvier, avril et décembre 2016.

Analyses comparatives et études de marché

Techradar	http://www.techradar.com/news/wearables/10-best-fitness-trackers-1277905
Wareable	http://www.wareable.com/fitness-trackers/the-best-fitness-tracker
Cnet	https://www.cnet.com/topics/wearable-tech/best-wearable-tech/
TechCrunch	https://techcrunch.com/2016/12/05/idc-wearables/
IDC	http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS41284516

Misfit Shine

Site officiel	https://misfit.com/products/misfit-shine
Support officiel	https://misfit.com/go/shine
Vidéo d'instruction	https://youtu.be/S2BeLR3SiGA
Article d'analyse	http://www.wareable.com/misfit/misfit-shine-2-review
Article d'analyse	http://www.digitaltrends.com/fitness-apparel-reviews/misfit-shine-review/
Article d'analyse	https://www.wired.com/2013/08/misfit-shine-a-fitness-tracker-that-charts-new-wearable-territory/
Article d'analyse	https://www.wired.com/2016/01/misfits-wearables-hide-their-tech-behind-cool-minimalism/

Razer Nabu X

Site officiel	http://www.razerzone.com/ca-en/nabu-x
Support officiel	http://www.razersupport.com/razer-nabu-x/
Article d'analyse	http://www.wareable.com/ces/razer-nabu-x-specs-price-release-date-671
Article d'analyse	http://www.wareable.com/fitness-trackers/razer-nabu-x-review
Article d'analyse	http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2484361,00.asp
Article d'analyse	http://www.theverge.com/2015/5/15/8611425/razer-nabu-x-review
Article d'analyse	http://www.digitaltrends.com/fitness-apparel-reviews/razer-nabu-x-review/

Fitbit Flex

Site officiel (UK)	https://www.fitbit.com/uk/flex
Support officiel	http://help.fitbit.com/?l=en_US&p=flex
Guide d'entretien	https://www.fitbit.com/ca/productcare

Article d'analyse	https://www.wired.com/2016/08/inside-fitbits-quest-make-fitness-trackers-invisible/
Article d'analyse	http://www.techradar.com/reviews/gadgets/fitbit-flex-1124344/review
Article d'analyse	https://www.cnet.com/products/fitbit-flex/
Article d'analyse	http://www.theverge.com/2013/5/6/4303072/fitbit-flex-review
Article d'analyse	http://gizmodo.com/fitbit-flex-review-peer-pressure-sucks-493248555

Ringly

Site officiel	https://ringly.com
Article d'analyse	http://www.forbes.com/sites/forbesstylefile/2015/11/04/designer-spotlight-ringly-releases-new-high-tech-holiday-jewelry-redefining-how-women-communicate/#ce969d84431a
Article d'analyse	https://www.buzzfeed.com/nicolenguyen/ringly-review?utm_term=.tpxZKLoaBq#.rvbM0RBw7j
Article d'analyse	http://www.wareable.com/smart-jewellery/ringly-review
Article d'analyse	http://www.businessinsider.com/ringly-wearable-tech-ring-review-2015-8

Apple Watch

Site officiel	http://www.apple.com/ca/apple-watch-series-1/
Article d'analyse	http://www.techradar.com/reviews/wearables/apple-watch-1264567/review
Article d'analyse	https://www.cnet.com/products/apple-watch/
Article d'analyse	http://www.macworld.co.uk/review/apple-watch/apple-watch-first-gen-review-3544044/
Article d'analyse	http://www.theverge.com/2016/9/7/12839686/apple-event-2016-smartwatch-luxury-watch-market
Article d'analyse	https://www.engadget.com/2016/04/25/the-apple-watch-one-year-on/

ANNEXE B — LES 20 PRINCIPES DE DESIGN DES SYSTÈMES PORTÉS (MOTTI ET CAINE, 2014)

1. **Esthétique** : doit être attirant et désirable.
2. **Affordance** : suggère l'action à entreprendre.
3. **Confort** : est absent de douleur et confortable au point d'oublier qu'on le porte.
4. **Sensibilité au contexte** : comprend et s'adapte au contexte d'utilisation.
5. **Personnalisation** : doit permettre à l'utilisateur de choisir des options selon ses préférences.
6. **Facilité d'utilisation** : va droit au but, est simple à utiliser et intuitif.
7. **Ergonomie** : respecte l'anatomie du corps humain et ses proportions.
8. **Apparence** : s'intègre socialement et n'est pas choquant ou trop saillant.
9. **Intuitivité** : peut être compris intuitivement et immédiatement.
10. **Encombrement** : ne doit pas obstrué ou nuire au mouvement, n'est pas intrusif.
11. **Charge cognitive** : doit tenir compte des limites cognitives de l'humain, tout spécialement lorsqu'il est mobile et réalise des tâches concomitantes.
12. **Vie privée** : est suffisamment discret durant l'interaction pour respecter la vie privée.
13. **Fiabilité** : est précis dans les données recueillies et juste dans la rétroaction.
14. **Résistance** : doit être durable face à des impacts, des éclaboussures d'eau ou l'humidité.
15. **Réactivité** : doit donner une rétroaction en temps réel et être efficient notamment parce que l'utilisateur est moins patient lorsqu'il est mobile.
16. **Satisfaction** : répond globalement aux exigences, attentes et souhaits de l'utilisateur.
17. **Simplicité** : est minimaliste, facile à utiliser et intuitif.
18. **Subtilité** : est transparent et attire l'attention subtilement sans déranger l'entourage du porteur.
19. **Convivialité** : respecte le modèle mental de l'utilisateur et permet d'éviter les erreurs.
20. **Portabilité** : tient compte que l'utilisateur est en déplacement.

ANNEXE C — CERTIFICAT DE CONFORMITÉ ÉTHIQUE

POLYTECHNIQUE
MONTREAL

LE GÉNIE
EN PREMIÈRE CLASSE



CERTIFICAT DE CONFORMITÉ ÉTHIQUE

Le 16 mai 2016

Mme Patricia Nadeau
M. Jean-Marc Robert
Département de mathématiques et génie industriel
Polytechnique Montréal

N/Réf : Dossier CÉR-15/16-24 (UBR : 3320207)

Madame, Monsieur,

J'ai le plaisir de vous informer que les membres du Comité d'éthique de la recherche (CÉR) ont procédé à l'évaluation en comité restreint de votre projet de recherche intitulé « *Étude de l'utilisation de lumières et de vibrations tactiles comme interface utilisateur d'un système porté non muni d'écran* ».

Les membres du CÉR ayant examiné votre projet en ont recommandé l'approbation sur la base de la documentation amendée que vous nous avez fait parvenir le 12 mai dernier.

Veuillez noter que le présent certificat est valable pour une durée d'un an, soit du **16 mai 2016 au 15 mai 2017**, pour le projet tel que soumis au Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains.

Nous vous saurions gré de nous faire parvenir un bref **rapport annuel** (<http://www.polymtl.ca/recherche/document/deonto.php>) afin de renouveler votre certificat au moins un mois avant l'expiration du présent certificat. La secrétaire du Comité d'éthique de la recherche avec des sujets humains devra également être informée de toute modification qui pourrait être apportée ultérieurement au protocole expérimental, de même que de tout problème imprévu pouvant avoir une incidence sur la santé et la sécurité des personnes impliquées dans le projet de recherche (sujets, professionnels de recherche ou chercheurs).

Je vous souhaite bonne chance dans vos travaux de recherche,

Delphine Périé-Curnier, présidente
Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains

Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains

Pavillon principal
Téléphone : 514 340-4990
Télécopieur : 514 340-4992
Céline Roehrig
Secrétaire du Comité d'éthique de la recherche
Courriel : celine.roehrig@polymtl.ca

Membres réguliers du comité :

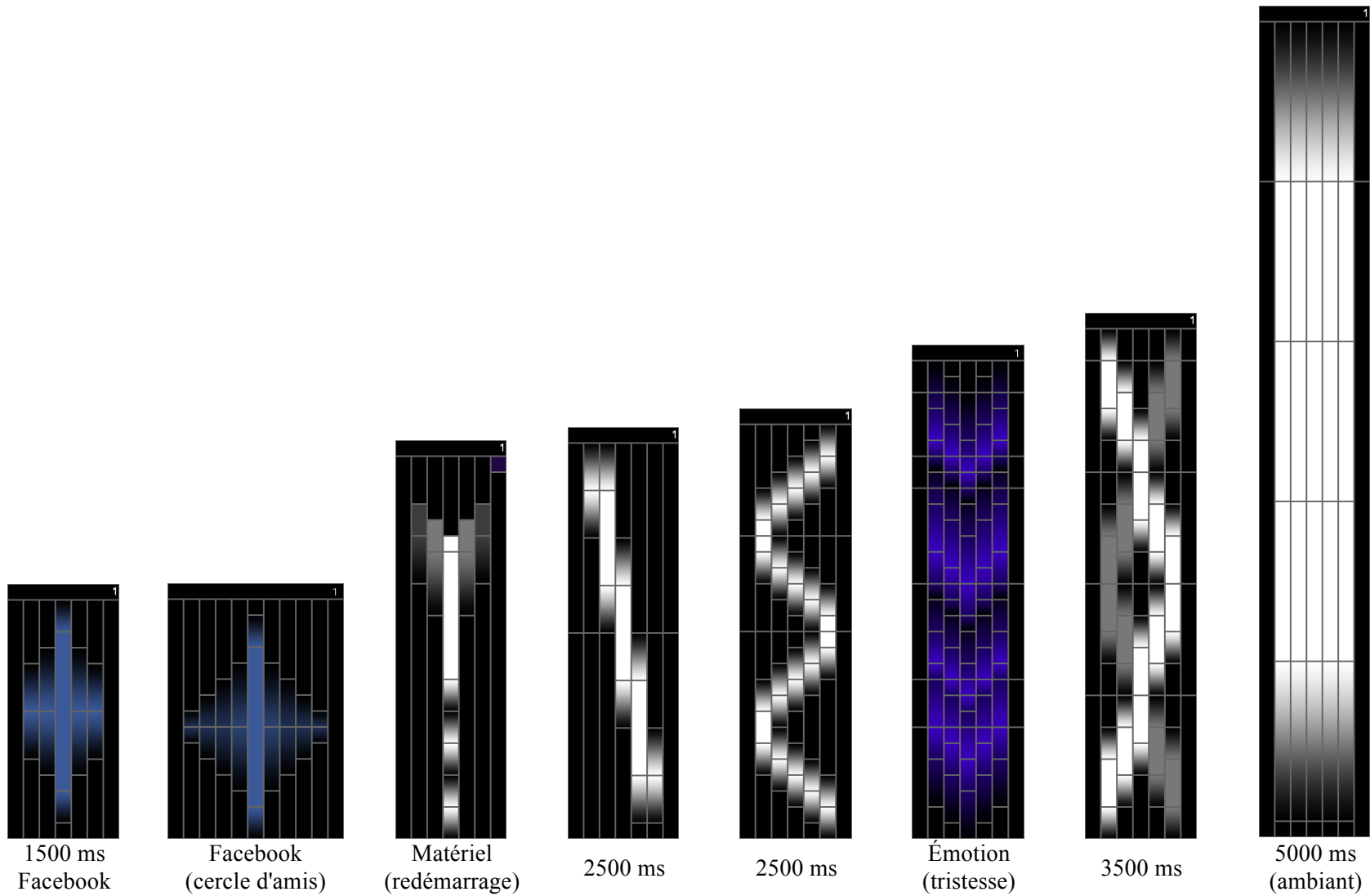
Marie-Josée Bernard, avocate et éthicienne
Michel Bergeron, éthicien
Mario Bourgault, mathématiques et génie industriel
Farida Cheriet, génie informatique et génie logiciel*
Yuvin Chinniah, mathématiques et génie industriel
Sophie De Serres, IRSST
Thomas Gervais, génie physique
Frédéric Leblond, génie physique
Anik Nolet, avocate
Delphine Périé-Curnier, génie mécanique
Élodie Petit, juriste et éthicienne
Jean-Marc Robert, mathématiques et génie industriel
* présidente du Comité

Campus de l'Université de Montréal
2900, boul. Édouard-Montpetit
2500, chemin de Polytechnique
Montréal (Québec) Canada H3T 1J4

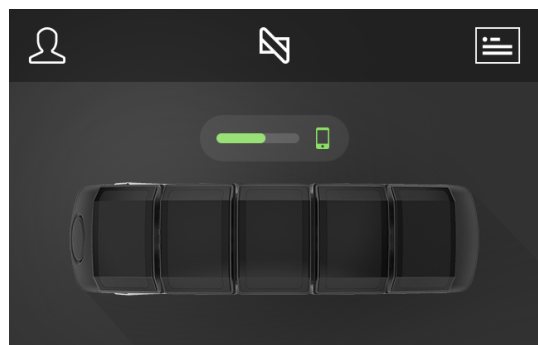
Adresse postale
C.P. 6079, succ. Centre-Ville
Montréal (Québec) Canada H3C 3A7

ANNEXE D — PROFIL DES PARTICIPANTS RECRUTÉS

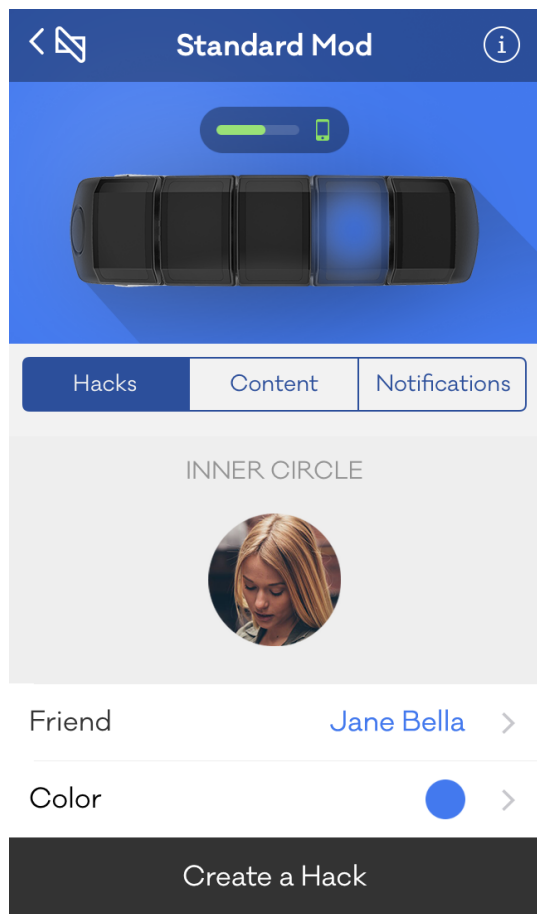
P	Âge	Sexe	Système porté?	Connait IFTTT?	Profil
1	21	F	-	Non	Millénaire
2	27	F	Solaris GPS	Non	Utilisateur précoce
3	27	H	Nike Fuel band	Non	Utilisateur précoce
4	19	F	-	Non	Millénaire
5	25	H	-	Non	Millénaire
6	26	F	Garmin	Oui	Utilisateur précoce
7	26	H	Nike Fuel et Samsung Gear	Oui	Utilisateur précoce
8	25	H	-	Non	Millénaire
9	22	F	-	Non	Millénaire
10	32	M	Gopro	Non	Utilisateur précoce
11	25	M	-	Non	Millénaire
12	23	M	-	Non	Millénaire
13	32	M	Jawbone	Oui	Utilisateur précoce
14	26	F	Jawbone	Non	Utilisateur précoce
15	27	F	Fitbit	Non	Utilisateur précoce
16	22	F	-	Non	Millénaire
17	30	M	Samsung Gear	Non	Utilisateur précoce
18	38	F	Garmin	Non	Utilisateur précoce
19	33	M	Nabu Razer X	Non	Utilisateur précoce
20	41	M	Garmin	Non	Utilisateur précoce
21	31	M	Motorola	Non	Utilisateur précoce
22	31	F	Fitbit	Non	Utilisateur précoce
23	38	F	Fitbit	Non	Utilisateur précoce
24	39	F	Fitbit	Oui	Utilisateur précoce

ANNEXE E — QUELQUES EXEMPLES DE PATRONS LUMINEUX DU NEX

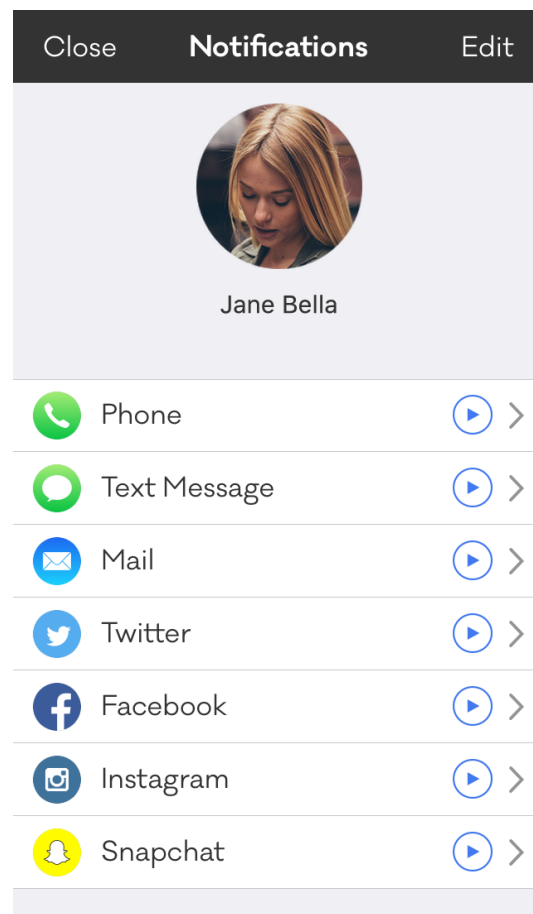
ANNEXE F — QUELQUES ÉCRANS CLÉS DE L'APPLICATION DU NEX



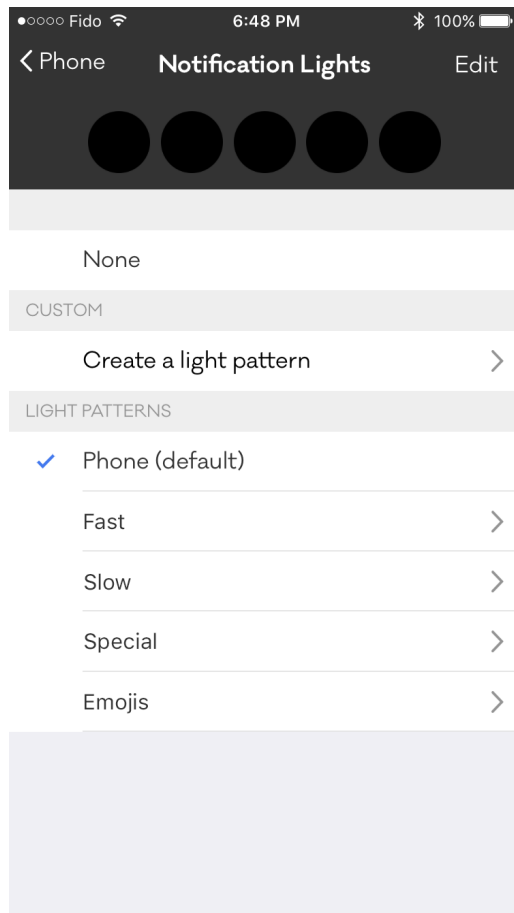
Écran d'accueil



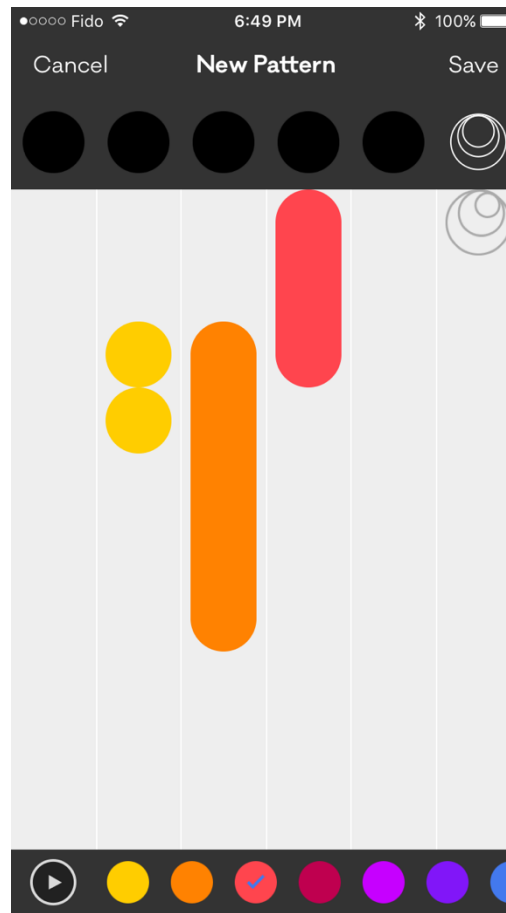
Écran d'un mod



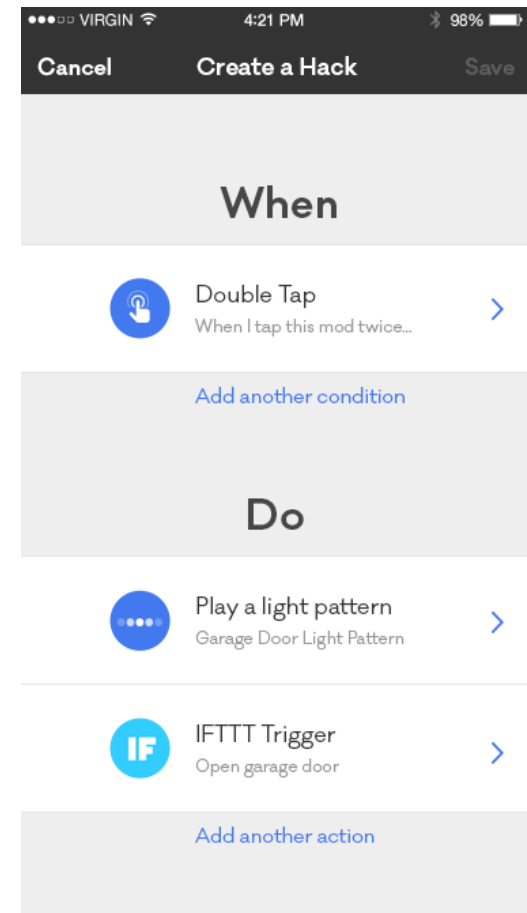
Écran des notifications



Librairie de patrons



Éditeur de patron



Création d'une routine

ANNEXE G — DONNÉES RECUEILLIES LORS DU TEST D'UTILISABILITÉ

Chaque section est un scénario du plan de test.

Chaque scénario comprend des questions posées (Q) ou des objectifs de tâche à réaliser (T).

Le verbatim est en anglais puisque le test s'est déroulé en anglais, mais les participants pouvaient aussi répondre en français.

La réponse pour chaque question (Q) est classée par un des symboles suivants :

😊 = réaction et/ou commentaires positifs, 😐 = réaction neutre et/ou indécision, 😞 = réaction et/ou commentaires négatifs

L'atteinte ou non de l'objectif de la tâche est classée de la façon suivante :

✓ = tâche réalisée avec facilité et efficacité

✕ = tâche réalisée avec difficulté (entraves temporaires nécessitant plus de temps)

✖ = échec dans la tâche (bloquant nécessitant l'intervention du chercheur)

P = Participant, R = Résultat

1. Démonstration du bracelet

1.1. Q. *What are your first impressions of the Nex band?*

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	😊	<i>Impressive technology... a little big to wear.</i>	9	😊	<i>I like it, it's cool... it's bulky... not sure I want to wear it all the time</i>	17	😊	<i>A little bit big... the color part (lights) is cool.</i>
2	😐	<i>I don't know what to think... I'm just curious.</i>	10	😊	<i>It's bigger than other wearable... sounds interesting... it's customizable...</i>	18	😞	<i>I wonder about specific uses... If going for a run, I would not wear that bulky thing...</i>
3	😊	<i>I really like it... you don't have to take the phone out of your pocket...</i>	11	😐	<i>I need to test it to see if it's useful or not...</i>	19	😊	<i>Really big... I like the customizable part of it.</i>
4	😊	<i>Very nice but a bit big.</i>	12	😊	<i>I like the pretty lights... it's cool.</i>	20	😐	<i>It's interesting... feels like more for women... not masculine enough</i>
5	😞	<i>Can be weird...</i>	13	😊	<i>It looks a little bit big but very interesting to preprogram different things</i>	21	😐	<i>It looks OK... a bit thick... looks like a piece of technology...</i>

6 😊 <i>I'm surprised... it's good... seems useful.</i>	14 😊 <i>I like it... it looks like jewelry.</i>	22 😊 <i>It's thick. I like the white one, looks more like a (fashion) bracelet.</i>
7 😊 <i>I love it... I'm excited... but it's big.</i>	15 😊 <i>I'm curious... it can do a lot of things!</i>	23 😊 <i>Pretty cool!</i>
8 😊 <i>Touch surface is pretty fun. When you change a mod, does the light goes with it?</i>	16 😊 <i>Really cool idea... clunky... not sure I will wear it all day</i>	24 😊 <i>Welcome to 21st century! It does a lot of things (remotely) with your phone.</i>

1.2. Q. How do you feel about not having a screen on the band?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	😊	<i>I like it, it's more discreet</i>	9	😊	<i>Will be nice but need time to get used to it</i>	17	😐	<i>I don't mind</i>
2	😞	<i>Would be more useful to have the time</i>	10	😊	<i>More than OK since we already have a screen on the phone</i>	18	😐	<i>No problem</i>
3	😊	<i>A small screen would be more complicated</i>	11	😊	<i>It's sophisticated</i>	19	😐	<i>Not a trouble</i>
4	😊	<i>Can still look at people during a conversation... screens are everywhere.</i>	12	😐	<i>It's normal</i>	20	😐	<i>I don't mind... it's a bracelet</i>
5	😐	<i>It's fine</i>	13	😊	<i>I'll have to get used to it but it will be useful</i>	21	😐	<i>It has lot of functions so I won't be disappointed if it doesn't show me the time</i>
6	😐	<i>Not used to it but I can get used to it</i>	14	😐	<i>I'm neutral</i>	22	😞	<i>I will have to remember what color is for each thing, what does every button do...</i>
7	😊	<i>Might be hard at the beginning but I like the light patterns</i>	15	😞	<i>May be confusing... not giving the time</i>	23	😊	<i>I'm good with it, I'm used to it with my FitBit</i>
8	😐	<i>It's OK</i>	16	😊	<i>I like it</i>	24	😊	<i>I think I would be OK, it looks like a piece of jewelry, I'm just curious about it</i>

1.3. Q. How do you feel about interacting with the mods as 5 buttons?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	😊	<i>I like it... I can customize</i>	9	😊	<i>Really cool!</i>	17	😊	<i>Everything sync with your phone so you don't need 2 screens</i>
2	😊	<i>It seems something cool</i>	10	😊	<i>As long as it is responsive enough, it's very good</i>	18	😞	<i>Why would I want to use the bracelet instead of my phone? When is the bracelet useful?</i>
3	😐	<i>I like that they are interchangeable... but will it be easy to use? I don't know yet.</i>	11	😊	<i>It's normal, it's a bracelet... 5 is not a lot but more than 5 would start to be more complicated</i>	19	😞	<i>I don't like the buttons (for interacting) but I like the transfer size (for sharing)</i>
4	😞	<i>J'ai peur de m'accrocher ou de faire des erreurs...</i>	12	😐	<i>It's intuitive</i>	20	😞	<i>Makes your mind works a lot</i>
5	😊	<i>Perfect! I can program stuff and give it to someone else... What is the point of switching the mods?</i>	13	😊	<i>It's manageable. It's like a gamer mindset.</i>	21	😐	<i>It's cool but technologies are going toward user-friendliness so I'm not sure</i>
6	😐	<i>Special that there are 5 buttons... I understand the 5 friends</i>	14	😐	<i>You have to get used to it, like anything.</i>	22	😊	<i>That is cool!</i>
7	😐	<i>May be confusing but I will learn</i>	15	😞	<i>What if I tap it by accident... that would be my concern...</i>	23	😊	<i>Pretty cool! Will it come up with an Android app as well?</i>
8	😐	<i>I don't know if it will be useful...</i>	16	😊	<i>Sounds interesting... Pose des questions.</i>	24	😐	<i>It's a bit of a learning curve but I guess you can learn</i>

2. Essayage et ajustement du bracelet au poignet

2.1. T. Est-ce que l'utilisateur peut mettre le bracelet à son poignet? Est-ce facile ou difficile?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	✗	<i>It's hard to put on.</i>	9	✓	<i>OK le met sans problème</i>	17	✗	<i>Ça lui prend du temps. It's the first time it takes me so much time to put a band!</i>

2	✗	<i>Seems a bit hard to put on... I'm scared of breaking it... Hard to put on.</i>	10	✓	<i>Not difficult but I pinched myself with the clasp</i>	18	✗	<i>Éprouve de la difficulté à ouvrir le bracelet. Make it easier to put on.</i>
3	✓	OK le met sans problème	11	✗	Difficulté à ouvrir le mécanisme (ça prend des ongles), doit intervenir pour l'aider.	19	✓	<i>OK it's like a watch</i>
4	✗	Ne sait pas comment le refermer. <i>How can I put it on my wrist? I feel like I really don't want to break it.</i>	12	✓	OK le met sans problème	20	✗	Se demande dans quel sens le mettre, hésite, change de sens...
5	✗	<i>It's not easy to put on</i>	13	✓	N'y va pas doucement, mais le bracelet résiste. <i>I don't want to break it... stretching too much.</i>	21	✓	<i>I don't know if I have to slide my arm through or put it on the side</i>
6	✗	<i>I hope it's not easy to break... It's a bit rigid, would like something more malleable.</i>	14	✗	<i>Afraid to break it... it's hard to put on.</i>	22	✓	OK le met sans problème
7	✗	<i>It takes a master degree to figure the sizing.</i>	15	✓	<i>Afraid to break it</i>	23	✓	Ouvre facilement le mécanisme. <i>It's a little hard to open (the band).</i>
8	✗	<i>I'm afraid to break it... hard to put</i>	16	✓	OK le met sans problème	24	✓	<i>Pretty easy to put on</i>

2.2. Q. How is the fitting of the band on your wrist? Is it a good fit?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	☹	<i>A bit loose (essaie la plus petite taille...) now it's too tight</i>	9	😊	<i>Yes</i>	17	😊	<i>Perfect, doesn't move too much</i>
2	☹	<i>It feels tight. I feel I would have needed a size in between (medium)</i>	10	☹	<i>A bit tight but OK</i>	18	☹	<i>It's bulky</i>
3	☹	<i>Tight but if it's too loose, I might not feel the vibration...</i>	11	☹	<i>It's OK...</i>	19	😊	<i>Feels like a watch</i>
4	☹	<i>It's a bit tight... I will have to get used to it</i>	12	😊	<i>Comfortable</i>	20	☹	<i>Feels like a toy on me... plastic is rough... it may irritate the skin</i>
5	☹	<i>Small is tight</i>	13	☹	<i>Not too tight...</i>	21	☹	<i>It's OK... not as comfortable as I thought it would be... I may need a bit larger.</i>
6	☹	Essaie les 2 tailles, conserve le plus grand, même si un peu grand.	14	☹	<i>Do you have a medium size? The large, I will lose it.</i>	22	☹	<i>Not bad, it's OK...</i>
7	☹	<i>No, not a good fit</i>	15	☹	<i>Feels like I'm in jail or house arrest</i>	23	😊	<i>It's comfortable</i>

8	☹️	<i>It's snugged but not too uncomfortable</i>	16	😊	<i>It's a bit tight but it's not going to fall off!</i>	24	😊	<i>Yes but a bit... "heavy"?</i>
---	----	---	----	---	---	----	---	----------------------------------

3. Pairage Bluetooth du bracelet et création du compte utilisateur

3.1. T. Est-ce que l'utilisateur peut jumeler le bracelet avec son téléphone? Est-ce facile ou difficile?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	✗	Ne pense pas appuyer sur le bouton physique, ce n'est pas écrit	9	✓	OK sans problème	17	✗	<i>A little confusing... I was not following instructions on the screen... I did not expect to bring the phone closer</i>
2	✗	Le bracelet ne s'allume pas, ne sait pas quoi faire (n'arrive pas à faire le diagnostic), le chercheur doit intervenir	10	✗	Ne rapproche pas le bracelet suffisamment du téléphone	18	✗	<i>What is the physical button? I saw a light pattern but it's not the one shown here...</i>
3	✗	Une erreur critique de connexion se produit, nécessite une intervention	11	✓	OK sans problème	19	✓	OK sans problème
4	✓	OK, y arrive après 2 essais	12	✗	Une erreur critique de connexion se produit, nécessite une intervention	20	✓	OK sans problème
5	✓	OK sans problème	13	✓	OK sans problème	21	✗	A du mal à reconnaître ou à correspondre les patrons à l'écran et sur le bracelet
6	✗	Ne voit le patron de lumière correspondant, n'arrive pas à faire le diagnostic, le chercheur intervient	14	✓	<i>I would not call it a physical button though... maybe a picture of the band would be easier</i>	22	-	N'a pas amené son téléphone, utilisation du téléphone et bracelet du chercheur
7	✗	Erreur de connexion, réessaie, guidage du chercheur pour appuyer sur le bouton (pas écrit nulle part)	15	✓	A d'abord essayer d'appuyer sur les mods... <i>The "physical button" is confusing me</i>	23	-	N'a pas amené son téléphone, utilisation du téléphone et bracelet du chercheur
8	✗	Le bracelet est déchargé (peut faire le diagnostic) chercheur donne un autre bracelet	16	✓	OK sans problème	24	✓	<i>It's just surprising that it worked after not working on first attempt</i>

3.2. T. Est-ce que l'utilisateur peut créer son compte? Est-ce facile ou difficile?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	✗	Bogue de langue en français, doit quitter l'app et recommencer	9	✓	<i>I would like to do it with Facebook... if it access all my contacts, would I receive too much notifications?</i>	17	✓	OK sans problème
2	✓	OK sans problème	10	✗	Bogue avec les notifications "turned off", reste bloqué, doit intervenir	18	✓	<i>I don't like the fact that my birthday is there. Elle pense que son profil est public.</i>
3	✗	Bogue de langue en français, doit quitter l'app et recommencer	11	✓	<i>Putting the band was harder than creation my account!</i>	19	✓	OK sans problème
4	✓	OK sans problème	12	✓	OK sans problème	20	✓	OK sans problème
5	✓	OK sans problème	13	✓	<i>It's straightforward</i>	21	✓	OK sans problème
6	✓	Aurait préféré utilisé la connexion via Facebook, c'est plus rapide	14	✓	OK sans problème	22	-	N'a pas amené son téléphone, utilisation du compte du chercheur
7	✓	OK sans problème	15	✓	<i>Long process, pairing was quite fast</i>	23	-	N'a pas amené son téléphone, utilisation du compte du chercheur
8	✓	OK sans problème	16	✓	<i>Yes perfectly OK</i>	24	✓	OK sans problème

4. Exploration de l'app et configuration initiale

4.1. T. Est-ce que l'utilisateur peut trouver et configurer les notifications provenant du cercle d'amis? Est-ce facile ou difficile?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	✓	Trouve facilement. Crée déjà une séquence lumineuse avec l'éditeur... <i>It's like doing music...</i>	9	✗	Bogue à chaque fois qu'elle choisit un ami	17	✗	Facile mais pensait qu'il devait créer lui-même tous les patrons un à un, n'a pas vu la librairie
2	✗	Essai de cliquer sur la photo de l'ami, ne fonctionne pas, guidage nécessaire	10	✗	<i>At first, there is a lot of options... If my mom would start using it she would not know what to do</i>	18	✗	Se montre réfractaire, ne voit pas pourquoi elle doit configurer... <i>Technology serves me not the other way around</i>

3	✓	Facile mais ne comprends pas encore très bien comment ça marche	11	✓	Va d'abord dans les routines (hacks), mais trouve rapidement	19	✓	OK trouve sans problème
4	✓	Facile, mais s'inquiète de devoir se rappeler des combinaisons, pense que la notification du téléphone va appeler ou notifier son ami	12	✓	OK trouve sans problème	20	✗	Va dans la section des contacts, ne comprends pas, intervention du chercheur
5	✗	Ne sait pas comment changer la couleur	13	✓	<i>Notifications are telling how to notify this friend?... Very easy... the initial set up would take a while but it could be useful</i>	21	✗	Ne trouve pas le cercle d'amis... <i>Can we make a call with this (notification)?</i> intervention
6	✗	Ne comprends pas les couleurs par défaut, ne voit pas la simulation du patron sur le bracelet	14	✓	Ok sans problème... se pose beaucoup de questions sur le fonctionnement	22	✗	Est allé dans les contacts, ne trouve pas, guidage du chercheur... <i>it's complicated... vibrations are too similar</i>
7	✗	N'y arrive pas la 1ère fois, se perd dans l'app, trouve d'abord les notifications générales	15	✗	Se promène beaucoup avant de trouver	23	✓	<i>I would like a replay button to test and see if I did it properly, instead of waiting</i> (ne voit pas le petit bouton replay)
8	✗	Aurait préféré et cherchait à configurer depuis la page d'accueil ou dans les préférences	16	✓	<i>Only 5 people? I don't think it's a problem... There are not that many people I contact daily</i>	24	✓	OK trouve sans problème

4.2. T. Est-ce que l'utilisateur peut ajouter une notification générale? Est-ce facile ou difficile?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	✓	OK trouve sans problème... <i>It shows that it has been created by programmers... not everyone will enjoy it...</i>	9	✗	Cherche dans les préférences, ne voit pas l'onglet en dessous de la liste des mods, intervention du chercheur	17	✓	OK ajoute facilement Whatsapp
2	✗	Pas réussi, est resté dans le cercle d'amis	10	✗	Cherche un peu l'endroit, mais fini par trouver	18	✓	OK ajoute Periscope et crée son propre patron lumineux
3	✗	Passe par le cercle d'amis, dans les préférences... fini par trouver	11	✓	OK trouve sans problème	19	✗	Se retrouve dans les hacks, guidage.
4	✓	OK ajouté Skype facilement	12	✓	OK trouve sans problème	20	✓	Ok trouve facilement
5	✗	Reste dans le cercle d'amis, pense en termes de hack, fini par trouver	13	✗	Va dans préférences... cherche comment ajouter une application... Guidage.	21	✗	<i>The notification list should be in the When button... When Facebook Messenger, Do a notification...</i>

6	✗	Mélange les hacks et les notifications, veut attribuer un bouton, guidage du chercheur	14	✗	Cherche dans les hacks, dans les contrôleurs, intervention du chercheur.	22	✗	Prends du temps à trouver
7	✓	OK trouve sans problème	15	✓	OK trouve sans problème	23	✗	Fini par trouver après un certain temps
8	✗	Va dans l'onglet "notifications" du mod qui est un historique vide... trouve pas... intervention. Passe beaucoup de temps à créer dans l'éditeur... <i>I'm gonna like it!</i>	16	✓	OK trouve sans problème	24	✗	Veut ajouter Skype, ne voit pas le bouton pour ajouter, aide du chercheur.

4.3. Q. How do like using light patterns as notifications?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	😊	<i>It's fun, I like it... Lights should be smaller and on the side, to be less disturbing...</i>	9	😐	<i>Not sure I will notice it</i>	17	-	N'a pas répondu à la question
2	😊	<i>I like that! I can stay away from my phone physically because it is a distraction</i>	10	😊	<i>It's a tactile and visual way of knowing what's going on</i>	18	😊	<i>Can be more convenient... I can notice... and I don't need to stop what I'm doing... less intrusive</i>
3	😊	<i>It's private... I'm the only one who understands who's calling me</i>	11	😊	<i>Prefer this (light pattern) to a ringtone</i>	19	😊	<i>I like it... I already use this kind of notification tool (Razer Nabu)</i>
4	😊	<i>Yes (like it)</i>	12	-	N'a pas répondu à la question	20	😞	<i>It's like a toy for kids...</i>
5	😊	<i>So far it's great</i>	13	😊	<i>Let's call it creativity... it could be useful.</i>	21	-	N'a pas répondu à la question
6	😊	<i>Interesting</i>	14	😊	<i>It's like a universal language</i>	22	😞	<i>It's like a guessing game... too many notifications, it's not good... absolutely not for me... I don't see the purpose</i>
7	😐	<i>Can't really answer right now</i>	15	-	N'a pas répondu à la question	23	😊	<i>I like it because people don't know what you are being notified of.</i>
8	😊	<i>Love the light patterns!</i>	16	😊	<i>Futuristic... cool... love it.</i>	24	😊	<i>I like it</i>

4.4. Q. From a scale of 1 to 10, where 1 is hard and 10 is easy, how do you feel about using light patterns as notifications (e.g. learn and recall)?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	5	Colors are a memory helper	9	7	-	17	6	Should be easy because I will create them
2	-	It's a memory game	10	7	I'll know in one week	18	-	N'a pas répondu à la question
3	10	Configuring it is harder...	11	9	Easy if less than 5, over that may get difficult	19	8	The less there is the better it is
4	8	I guess you get used to it	12	8	-	20	-	N'a pas répondu à la question
5	4	-	13	3	and it will get easier	21	-	N'a pas répondu à la question
6	7	If you put a lot of settings, it will be a bit to take on...	14	7	-	22	-	N'a pas répondu à la question
7	5	For me it's harder	15	-	N'a pas répondu à la question	23	-	N'a pas répondu à la question
8	4	As time passes, you'll learn.	16	7	I can't tell at this stage	24	8	It's a question of what light is where and for what or who

5. Création d'une routine (hack) avec When + Do

5.1. T. Est-ce que l'utilisateur peut repérer et créer une routine When + Do? Est-ce facile ou difficile?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	✓	OK sans problème	9	✗	Difficulté à trouver la double tape, ne clique pas sur l'action pour créer un hack	17	✗	Confusion importante. Le chercheur doit expliquer les contrôleurs. Beaucoup de temps à comprendre.
2	✗	Ne sait pas comment faire, doit intervenir	10	✓	I'm not perfectly sure what to do	18	✗	Ne comprends pas le lien entre les hacks et les notifications.
3	✗	Comprend mal la correspondance entre le mod sélectionné dans l'app et le bracelet.	11	✓	Voudrait faire un appel avec un hack	19	✗	It's complicated.

4	✓	OK sans problème	12	✓	OK passe par les contrôleurs	20	✗	Hacks should be pre-created
5	✗	Se promène dans les différents menus, est un peu confus... Hacks and mods, are these 2 different actions? So hacks are under mods?	13	✓	I can lose myself for hours!	21	✗	This is confusing... If you didn't tell me, I would have not noticed the button at the top...
6	✗	A lot of steps to go through...	14	✗	Might need a passcode to unlock your band if it's too sensitive...	22	✗	When + Do is OK, it's easier...
7	✗	Réussi un contrôleur, ne voit que ça, ne voit pas les hacks comme tels	15	✗	I'm a bit confused here...	23	✗	Pense que la couleur est associée au hack
8	✗	Ne comprends pas comment ça marche, demande l'aide du chercheur	16	✗	Le chercheur doit expliquer le fonctionnement	24	✓	The music controller was not lit up long enough

5.2. Q. What do you think of the way to create routines (hacks)?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	😊	It's easier to create hacks than assign a friend to a mod	9	😊	It's easy	17	😞	It's a little long to create... other apps are plug and play... Hack is not the coolest word...
2	😊	Pretty easy... Didn't know where to look for double tap, I didn't know it was in the controllers	10	😊	Very easy	18	😞	If you would not have been there, I would have left the phone there or ask my husband
3	😊	I got lost earlier in the app... It's easier when everything is in When + Do	11	😊	Very easy	19	😞	It's complicated.
4	😊	It's perfect	12	😊	Very easy	20	😞	It's not easy... Hacks should be pre-created
5	😐	It was not easy but I was trying to do too much	13	😊	I can lose myself for hours!	21	😞	No way... not good... it's not user-friendly
6	😞	A lot to handle at first	14	😞	The word hack has a negative connotation...	22	😐	When + Do is OK, it's easier...
7	😊	It's easy... you just press a button	15	😞	I find it a bit user-unfriendly!	23	😊	Pretty cool... customizable
8	😐	It's not that hard... but I was not expecting things to be where they were	16	😞	It seems arbitrary (word hack)	24	😐	It's not bad...

5.3. Q. From a scale of 1 to 10, where 1 is hard and 10 is easy, how do you feel about creating a hack?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	9	-	9	8	-	17	-	N'a pas répondu à la question
2	-	N'a pas répondu à la question	10	8	-	18	6	<i>Without reading the manual?</i>
3	4	-	11	9	<i>Very easy</i>	19	2	<i>It's very complicated... you have to get used to it</i>
4	9	<i>It was really easy</i>	12	10	<i>Easy</i>	20	2	<i>It's not easy... I'm a mother with kids... I want stuff to be preloaded</i>
5	6	<i>It's simple but not for what I was trying to do</i>	13	10	-	21	-	N'a pas répondu à la question
6	8	-	14	-	N'a pas répondu à la question	22	-	N'a pas répondu à la question
7	7	-	15	-	N'a pas répondu à la question	23	8	-
8	5	-	16	7	<i>Easy</i>	24	8	-

6. Ajout d'un contenu sur un mod pour le partager

6.1. T. Est-ce que l'utilisateur peut ajouter du contenu sur un mod pour le partager? Est-ce facile ou difficile?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	✓	OK y accède aisément	9	✓	Trouve rapidement	17	✓	OK réussi facilement
2	✗	Son 1er réflexe est d'aller à l'extérieur de l'app. Ne voit pas les icônes dans le bas.	10	✓	OK réussi facilement	18	✗	Demande des explications, ne comprend pas, ne voit pas pourquoi elle ferait ça
3	✓	<i>How much does it contain?</i>	11	✗	Va dans les hacks, cherche... le chercheur intervient	19	✓	OK réussi mais pense que les mods sont des hacks

4	✓	Se promène un peu mais trouve rapidement. Manque de feedback sur le téléchargement	12	✗	Retourne dans les hacks... ne voit pas... intervention	20	✗	Cherche dans les settings, trouve le menu contenu, appuie sur "reload", ne voit pas les icônes, cherche dans information
5	✓	<i>No results and reload... it's bad... looks like there is nothing on it</i>	13	✓	OK comprend comment ça marche	21	✓	OK comprends le principe, mais appelé les mods des "pods"
6	✗	Va deux fois dans contenu mais sors, cherche dans information	14	✗	Se perd dans le cercle d'amis, le chercheur intervient	22	✗	N'a pas trouvé comment faire
7	✓	OK voit les icônes en bas	15	✗	<i>I can customize so much but I also feel that I can get super lost</i>	23	✗	<i>feel like I need to guess a lot</i>
8	✓	Trouve par hasard, mais comprend le principe, voit les icônes	16	✓	OK réussi facilement	24	✗	Passe par les hacks, pense qu'elle doit créer un hack...

6.2. Q. What do you think of this feature? Is it easy or difficult?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	😊	<i>Really cool... for sharing files in the company... I don't want to break it</i>	9	😞	Doute de la pertinence ou de l'utilité	17	😞	<i>To be quite franc, I find that it's pointless</i>
2	😊	<i>Yes could be interesting</i>	10	😞	<i>It's easier to send it through email...</i>	18	😞	<i>I can send it through Facebook... Why create an extra step?</i>
3	😊	<i>It's like wearing a dropbox on your wrist... But I don't like giving a piece of my phone</i>	11	😊	<i>It has to be something special you want to share...</i>	19	😊	<i>It's easy</i>
4	😊	<i>Very interesting but how much can you load? (1Gb) Not too bad</i>	12	😊	<i>Easy</i>	20	😞	<i>My kids will play with these and mess it up</i>
5	😊	<i>Good I guess... would be great to have mods reader instead of requiring the band</i>	13	😊	<i>See, that's useful!</i>	21	😊	<i>It's easy</i>
6	😊	<i>Not sure what it is useful for yet</i>	14	😊	<i>I like it... how much data?</i>	22	😞	<i>I would not do it</i>
7	😊	<i>Could be good</i>	15	😊	<i>Would do it with a website... it's only useful if someone else as a band</i>	23	😊	<i>There is a lot of interesting aspects but it's a little confusing</i>
8	😊	Ne sait pas trop quoi en penser	16	😞	<i>What's the benefit of doing that? I'm afraid of breaking the mods</i>	24	😞	Ne pense pas donner un mod

7. Questions post test sur la perception générale

7.1. Q. From a scale of 1 to 10, where 1 is poor and 10 is good, what is your general perception of the Nex band? Why?

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim	P	R	Observations/Verbatim
1	6	<i>There is room for improvements... both the band and the app... should be smaller and more discreet</i>	9	7	-	17	6	<i>Practical in many ways</i>
2	-	<i>Higher than at start... at first it felt weird</i>	10	7	<i>It's bulkier than something that I would wear on a regular basis</i>	18	1	<i>I don't understand it right now, I don't understand the purpose...</i>
3	8	<i>Has lot of potential but it seems a bit complicated</i>	11	7	<i>I don't think that my parents would be able to use it</i>	19	6	<i>What if you lose a mod?</i>
4	8	<i>big, not flexible, not the most comfortable thing... but I like the features</i>	12	8	<i>Not perfect</i>	20	5	<i>Good for high school or college... for secret code</i>
5	7	<i>I wish the band was flexible</i>	13	7	<i>It has possibilities</i>	21	6	<i>too much programming... the (lack of) user-friendliness... the design is so-so</i>
6	5	<i>Interesting for me but may be harder for some other people, like elderly</i>	14	5	<i>I like it but since it has been crashing I don't know what I can do or cannot do</i>	22	-	<i>This is too complicated in a world already too complicated</i>
7	6	<i>Not very attractive (big)... the lights make it attractive</i>	15	5	<i>The fitting... and I don't really know how to use it yet</i>	23	7	<i>Lack of fitness functionality</i>
8	6	<i>Feels unpolished</i>	16	7	<i>I need to find why I would need it</i>	24	7	<i>The design needs some work, it's kind of bulky and rigid...</i>

7.2. Q. What do you appreciate the most about the Nex?

Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3	
P	Verbatim	P	Verbatim	P	Verbatim
1	<i>General idea, customization</i>	9	-	17	<i>Notifications</i>
2	<i>Lights & vibrations</i>	10	<i>Functionality</i>	18	<i>The light patterns</i>
3	<i>Content, music controller (hacks)</i>	11	<i>Controlling the phone through the bracelet (hacks)</i>	19	<i>Content, circle of friend</i>

4 <i>Notification</i>	12 <i>Design is good, it's new</i>	20 <i>Music controller (hacks)</i>
5 <i>The black looks good on my wrist</i>	13 <i>Assigning different hacks</i>	21 <i>I wouldn't say I like it...</i>
6 <i>Vibrations & lights</i>	14 <i>Knowing who is communicating</i>	22 <i>Storage on mods</i>
7 <i>Lights</i>	15 <i>Colors (light)</i>	23 <i>Price point (it's cheaper than Apple)</i>
8 <i>Colors (light)</i>	16 <i>Versatility</i>	24 <i>Light spectrum is cool</i>

7.3. Q. What do you like the least? What would be the one thing that you would change?

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
P Verbatim	P Verbatim	P Verbatim
1 <i>The band itself: it's massive and loud, it flashes too strongly</i>	9 <i>Chunky... it's daunting</i>	17 <i>The fact that the focus is not on health is a bit deceiving and disappointing</i>
2 <i>A little big, does not fit well, it's kind of rigid</i>	10 <i>Bulkiness, make it slimmer</i>	18 <i>Aesthetic and comfort</i>
3 <i>If everything was as the When + Do, it would be much simpler... combine everything together</i>	11 <i>It's big, should be slimmer</i>	19 <i>It has to be slimmer, change the band itself</i>
4 <i>Lack of comfort, make it more flexible</i>	12 <i>Can't produce sound, can't make a call (like the Apple Watch)</i>	20 <i>The shape</i>
5 <i>Looks easy to scratch... white can turn yellow over time</i>	13 <i>The size is the main thing</i>	21 <i>The band itself</i>
6 <i>The big number of light patterns... the band is rigid</i>	14 <i>Health and activity... something is missing to guide me, like a tutorial</i>	22 <i>The whole color pattern thing and make it less bulky</i>
7 <i>Lack of a medium size, it's too big, maybe add a screen</i>	15 <i>The fitting... and it's big, not sleek</i>	23 <i>Lack of fitness and make it more user-friendly</i>
8 <i>The size, the look, the fitting</i>	16 <i>The look</i>	24 <i>The design of the bracelet</i>

ANNEXE H — STATISTIQUES D'UTILISATION

Toutes les statistiques suivantes proviennent du module Google Analytics.

Interactions durant la semaine d'essai

Groupe 1



Nom à l'écran	Affichages de l'écran	Nom à l'écran	Nombre total d'événements	Catégorie d'événement	Nombre total d'événements
mods/hacks	650	onboarding/signin	503	band	1 519
hacks/edition	599	mods/content	493	hack	329
home/band_mod	355	hacks/edition/save	478	notification_settings	274
light_pattern/selector	274	mods/hacks	152	action	96
hacks/picker/action	268	mods/notifications/settings	115	trigger	92

Catégorie	Action	Total	Libellé	Total
hack	creation	273	created	89
notification_settings	set_light_pattern	44	1. (not set) 4 (9,09 %)	
			2. 8743a949-3708-49c4-969a-0953a6600df8 3 (6,82 %)	
			3. 2500ms_Crossing_zModColor.png 2 (4,55 %)	
			4. emoji_3500ms_6_Laugh.png 2 (4,55 %)	
			5. emoji_3500ms_7_Joy.png 2 (4,55 %)	
notification_settings	set_vibration	15	1. alerting 6 (40,00 %)	
			2. pulsing 4 (26,67 %)	
			3. ramping 3 (20,00 %)	
			4. (not set) 1 (6,67 %)	
			5. humming 1 (6,67 %)	
light_pattern	creation	23	created	23
light_pattern	set_color	0	set_color	0

Groupe 2

Affichages de l'écran

4 292



Temps moyen à l'écran

00:00:29



Écrans/session

32,27



Nombre total d'événements

816



Nom à l'écran	Affichages de l'écran	Nom à l'écran	Nombre total d'événements	Catégorie d'événement	Nombre total d'événements
mods/hacks	465	hacks/edition/save	294	band	209
hacks/edition	460	mods/notifications/settings	72	hack	186
home/band_mod	323	light_pattern/selector	55	notification_settings	181
hacks/picker/action	238	mods/content	55	action	64
mods/content	158	home/band_mod	48	trigger	56

Catégorie	Action	Total	Libellé	Total
hack	creation	165	created	89
notification_settings	set_light_pattern	35	<ol style="list-style-type: none"> 2500ms_Hauling_Right_Left_zModColor.png 3500ms_CrissCross_zModColor.png emoji_3500ms_7_Joy.png 3500ms_Glitters_zModColor.png 5000ms_Ambient_zModColor.png 	<ol style="list-style-type: none"> 3 (8,57 %) 3 (8,57 %) 3 (8,57 %) 2 (5,71 %) 2 (5,71 %)
notification_settings	set_vibration	14	<ol style="list-style-type: none"> humming ramping pulsing alerting (not set) 	<ol style="list-style-type: none"> 4 (28,57 %) 4 (28,57 %) 3 (21,43 %) 2 (14,29 %) 1 (7,14 %)
light_pattern	creation	7	created	7
light_pattern	set_color	4	set_color	4

Groupe 3

Affichages de l'écran

2 506



Temps moyen à l'écran

00:00:26



Écrans/session

28,80



Nombre total d'événements

550



Nom à l'écran	Affichages de l'écran	Nom à l'écran	Nombre total d'événements	Catégorie d'événement	Nombre total d'événements
hacks/edition	240	mods/content	140	band	255
mods/hacks	187	hacks/edition/save	109	notification_settings	104
light_pattern/selector	162	light_pattern/selector	37	hack	70
notifications/settings	150	hacks/picker/action	30	action	23
notifications/settings/edit	150	vibration_selector	28	pairing	23

Catégorie	Action	Total	Libellé	Total
hack	creation	63	created	21
notification_settings	set_light_pattern	32	1. 1500ms_Inflating_zModColor.png2 (6,25 %)	
			2. 2500ms_Passing_Right_Left_zModColor.png2 (6,25 %)	
			3. 2500ms_Waving_Inward_zModColor.png2 (6,25 %)	
			4. 2500ms_Waving_KITT_Red.png2 (6,25 %)	
			5. 3500ms_Firecrackers_zModColor.png2 (6,25 %)	
notification_settings	set_vibration	28	1. alerting8 (28,57 %)	
			2. buzzing7 (25,00 %)	
			3. humming5 (17,86 %)	
			4. pulsing5 (17,86 %)	
			5. (not set)2 (7,14 %)	
			6. ramping1 (3,57 %)	
light_pattern	creation	10	created	10
light_pattern	set_color	7	set_color	7

Patrons les plus utilisés durant la semaine

Patrons lumineux

1500 ms	2500 ms	3500 ms	Émotions	5000 ms	Sur mesure	Inchangé	Total
Groupe 1							
6	9	0	4	0	21	-4	36
Groupe 2							
1	8	5	12	4	5	-	35
Groupe 3							
6	7	3	3	3	10	-	32
Totaux							
13	24	8	19	7	36	-	103

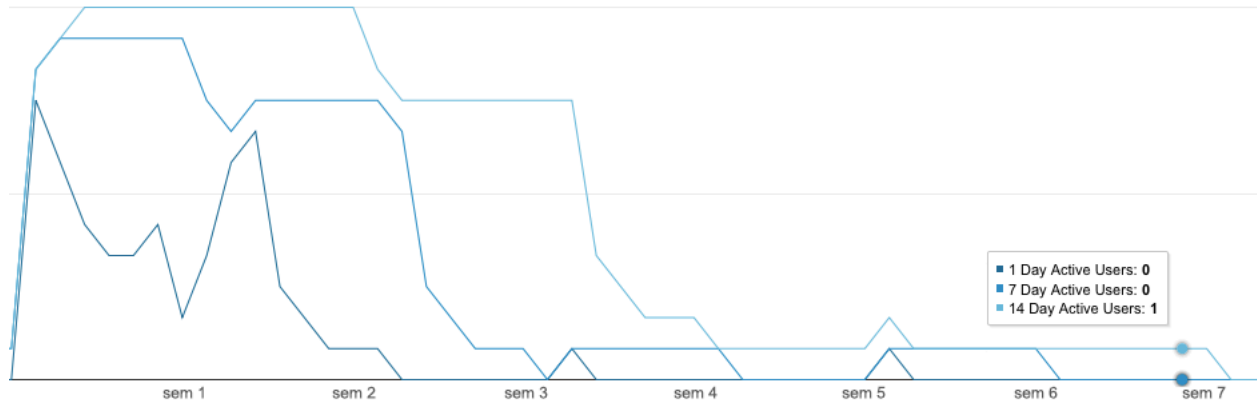
Patrons vibrotactiles

Alerting	Buzzing	Humming	Pulsing	Ramping	Inchangé	Total
Groupe 1						
6	0	1	4	3	-1	13
Groupe 2						
2	0	4	3	4	-1	12
Groupe 3						
8	7	5	5	1	-2	24
Totaux						
16	7	10	12	8	-	49

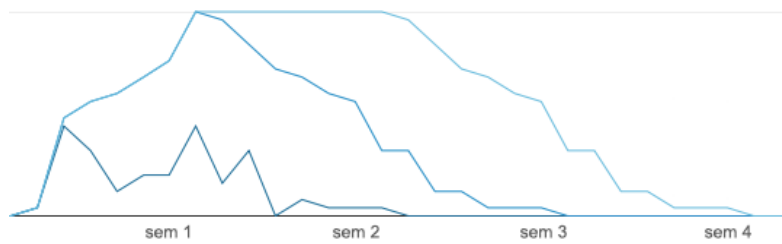
Utilisation à long terme

Les données d'utilisation ont été observées jusqu'à 3 mois après la première rencontre.

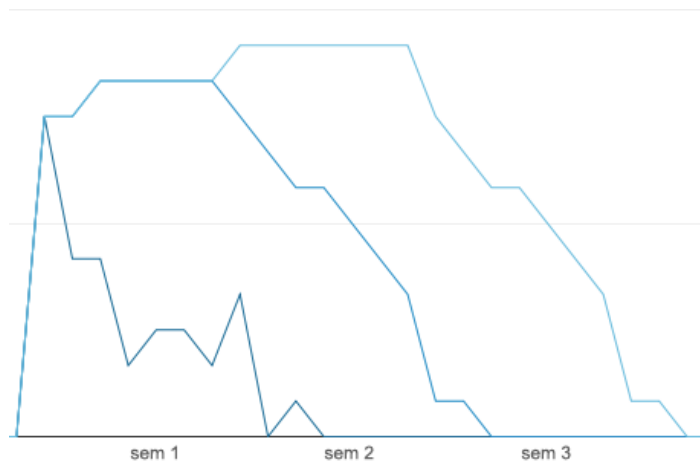
Groupe 1



Groupe 2



Groupe 3



ANNEXE I — QUESTIONNAIRE REMIS LORS DE LA 2^E SESSION

Estimated Time: 20 min

Participant: _____

Tasks completed

Which actions and activities have you done over the week with the Nex band and the Nex app?
Check all answers that apply.

- ☐ Configure your inner circle:
 - ☐ assign a friend and a color for each mod
 - ☐ choose notifications
 - ☐ customize mod names
- ☐ Create a custom light pattern
- ☐ Physically change the location of the mods on the band
- ☐ Configure a Nex music controller or a Nex sound controller
- ☐ Create a Nex hack

Which one?

- ☐ Copy or move a hack from one mod to another
- ☐ Add a funny picture on a mod and share it with a friend who has the band
- ☐ Use *If This Then That* to create a Nex hack

Which one?

Instructions (please read this before)

For the following questions, circle the answer that fits the most what you think.
Don't go polite and be honest!

A **10** is exceeding expectation.

A **5-6** would mean that it's fair or acceptable (meet expectation).

A **1** usually means that the product/feature is below expectation.

In addition, you can add comments underneath but that's up to you, you can leave those lines empty.

Overall Experience

1. What is your general perception of the Nex band?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Terrible					Wonderful				

Why? _____

2. How would you rate your experience with the Nex band this week?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Boring					Stimulating				

Why? _____

3. How is your overall satisfaction with the Nex band?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Revolting					Delightful				

Why? _____

4. How often did you wear the band this week?

- a. Once or twice
- b. 3 to 5 times
- c. Everyday

Why? _____

5. Would you recommend the Nex band to your friends?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Very unlikely					Absolutely				

Why? _____

The Features

6. Which feature do you prefer and/or use the most?

- a. Notifications
- b. Fitness (step counter)
- c. Hack (e.g. music controller)
- d. IFTTT hack (e.g. connected device controller)
- e. Create/share content on mods

Other/comments _____

The Nex Band

7. How was wearing the Nex band this week?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Unpleasant									Comfortable

Comments _____

8. How is the sizing of the band on your wrist?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Too loose									Too tight

Comments _____

9. How easy is it to put the band on the wrist?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Difficult									Easy

Comments _____

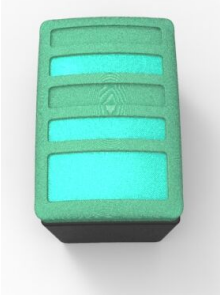




10. What do you think of the appearance of the band?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ugly									Beautiful

Comments _____

11. Would you be interested to collecting mods and customizing the look of the band? Yes / No

12. If available to collect, which mod style would you buy? Circle your choice.

<p>a) Custom 3D printed</p> 	<p>b) Cosmetics (e.g. Stud)</p> 
<p>c) Games related</p> 	<p>d) Transparent</p> 
<p>e) Favorite sport team</p> 	<p>e) None/other (specify):</p>

The Nex App

13. How would you rate the Nex app?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Difficult to use Easy to use

Why? _____

14. How would you describe your experience with the Nex app?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Confusing Straightforward

Why? _____

15. How is the Nex app performance?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Unstable Reliable

Why? _____

16. How is your overall satisfaction with the Nex app?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Frustrating Satisfying

Why? _____

17. How do you like creating and using hacks and/or controllers?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Not interesting Compelling

Why? _____

18. How much did you have to work mentally (searching, thinking, deciding) to create hacks?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Hard (High demand) Easy (Low demand)

Why? _____

19. How much effort is required to use hacks on the band compared to using the controls on your iPhone/iPod (e.g. control your music)?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Demanding (High effort)

Efficient (Low effort)

Why? _____

20. How would you rate the touch-enabled responsiveness of the mods on the band?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Not responsive

Too sensitive

Comments _____

21. What do you think of the look of the app?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Repelling

Attractive

Why? _____

The Lights & Vibrations Notifications

22. How do you like using lights & vibrations as notifications for your activities?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Not interesting

Compelling

Why? _____

23. How would you rate using lights & vibrations as notifications?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Irrelevant

Convenient

Why? _____

24. How many light pattern notifications have you learned and that you can recall after a week?

- a. 3 to 5
- b. 5 to 7
- c. More than 7. How many? _____

25. How do you like the collections of light patterns provided?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Dull Appealing

d. Are they varied enough? Yes / No

e. Are they distinguishable enough? Yes / No

Comments _____

26. How much did you have to work mentally to use light patterns as notifications (e.g. learn and recall the meaning)?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Hard (High demand) Easy (Low demand)

Why? _____

27. How much effort is required to use lights & vibrations as notifications on the band compared to looking at notifications on your iPhone/iPod screen?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Demanding (High effort) Efficient (Low effort)

Why? _____

28. How would you rate the length/speed of notifications on the band?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Too slow Too fast

Comments _____

29. How would you rate the vibrations on the band?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Not distinguishable Too strong

Comments _____

ANNEXE J — DONNÉES BRUTES DU QUESTIONNAIRE

Groupe 1

Participant	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	4a	4b	4c	6a	6b	6c	6d	6e	6f
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
3	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0
6	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
7	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0
8	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Total	6	8	6	4	8	8	8	7	2	6	3	1	6	1	5	2	6	1	1	0

Groupe 2

Participant	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	4a	4b	4c	6a	6b	6c	6d	6e	6f
9	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
10	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
11	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
12	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
15	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
16	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Total	8	8	6	3	6	7	6	7	2	7	3	2	2	4	1	3	5	1	1	0

Groupe 3

Participant	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	4a	4b	4c	6a	6b	6c	6d	6e	6f
17	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
18	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
19	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
20	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
21	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
22	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
23	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
24	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Total	2	3	4	4	7	5	7	4	1	2	0	2	5	1	1	2	4	0	0	2
Total	16	19	16	11	21	20	21	18	5	15	6	5	13	6	7	7	15	2	2	2

Groupe 1

Participant	11-y	11-n	11-m	12a	12b	12c	12d	12e	12f	24a	24b	24c	24d	25a-y	25a-n	25b-y	25b-n
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Total	3	3	2	0	0	0	0	0	0	5	2	1	0	7	1	5	3

Groupe 2

Participant	11-y	11-n	11-m	12a	12b	12c	12d	12e	12f	24a	24b	24c	24d	25a-y	25a-n	25b-y	25b-n
9	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
10	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
11	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
12	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
13	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
14	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
15	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
16	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Total	2	1	5	3	1	1	4	2	2	7	0	0	1	6	2	4	4

Groupe 3

Participant	11-y	11-n	11-m	12a	12b	12c	12d	12e	12f	24a	24b	24c	24d	25a-y	25a-n	25b-y	25b-n
17	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
18	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
19	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
20	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
21	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
22	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
23	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
24	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Total	1	5	1	0	5	0	1	1	3	6	1	0	1	6	2	6	2
Total	6	9	8	3	6	1	5	3	5	18	3	1	2	19	5	15	9

Groupe 1

P	1	2	3	5	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29
1	4	6	4	2	2	2	5	1	3	5	7	4	10	7	5	8	6	6	7	5	8	6	8	3
2	4	4	3	2	3	2	5	6	6	2	3	3	6	5	2	5	7	5	6	6	2	1	6	5
3	5	4	6	8	3	2	4	5	7	6	3	6	8	7	9	6	8	8	3	8	8	6	4	2
4	4	3	4	4	1	3	1	2	4	4	3	5	7	3	5	5	7	9	9	10	9	5	10	5
5	4	4	4	2	5	1	5	7	5	3	3	3	5	3	2	10	7	5	5	10	5	1	1	8
6	4	3	4	3	1	1	1	5	3	5	1	7	6	5	8	3	3	8	10	3	3	5	1	5
7	4	2	4	1	1	10	2	7	7	8	3	8	8	7	4	10	8	10	10	10	9	5	7	8
8	5	4	5	3	1	10	2	4	3	6	5	5	7	7	8	9	8	9	9	7	8	9	10	3
μ	4.3	3.8	4.3	3.1	2.1	3.9	3.1	4.6	4.8	4.9	3.5	5.1	7.1	5.5	5.4	7.0	6.8	7.5	7.4	7.4	6.5	4.8	5.9	4.9
σ	0.46	1.16	0.89	2.17	1.46	3.83	1.81	2.20	1.75	1.89	1.77	1.81	1.55	1.77	2.72	2.62	1.67	1.93	2.56	2.62	2.78	2.66	3.60	2.23

Groupe 2

P	1	2	3	5	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29
9	4	5	4	5	3	5	6	1	8	4	1	1	7	5	4	5	8	7	10	8	1	3	5	5
10	2	1	2	2	1	8	6	1	2	3	3	3	2	3	1	4	5	2	2	4	2	1	6	1
11	5	5	6	5	2	5	5	4	10	7	4	5	7	5	9	4	6	4	5	5	9	5	5	8
12	6	8	7	5	8	5	3	8	7	8	3	4	8	3	5	7	8	9	9	9	5	9	4	5
13	7	6	7	8	4	1	5	7	3	4	1	1	10	3	8	9	5	4	10	10	4	7	5	7
14	5	2	4	5	1	10	1	5	5	5	3	3	7	7	3	4	4	5	4	5	3	1	3	5
15	3	4	4	2	1	10	1	2	1	2	2	2	5	4	2	10	2	5	6	10	5	7	5	1
16	5	7	5	3	5	2	9	2	7	6	3	4	7	3	2	5	8	5	6	9	5	3	5	4
μ	4.6	4.8	4.9	4.4	3.1	5.8	4.5	3.8	5.4	4.9	2.5	2.9	6.6	4.1	4.3	6.0	5.8	5.1	6.5	7.5	4.3	4.5	4.8	4.5
σ	1.60	2.38	1.73	2.00	2.47	3.37	2.73	2.71	3.16	2.03	1.07	1.46	2.33	1.46	2.92	2.39	2.19	2.10	2.93	2.45	2.43	2.98	0.89	2.51

Groupe 3

P	1	2	3	5	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29
17	3	1	3	1	5	4	5	1	4	4	2	3	5	3	9	4	5	1	5	5	3	5	5	1
18	1	1	2	1	1	5	3	1	3	1	1	1	1	3	1	5	3	2	1	5	3	1	2	2
19	3	2	3	1	1	4	3	1	8	7	8	8	3	3	5	6	7	7	7	5	6	5	3	2
20	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
21	3	1	3	1	2	4	1	3	5	1	5	2	1	1	5	9	3	5	1	1	4	1	5	3
22	4	4	4	1	3	8	5	1	2	2	1	4	2	3	1	9	7	5	5	5	3	1	8	4
23	7	6	3	6	3	5	5	5	5	3	1	5	8	4	1	8	5	10	10	8	5	5	5	6
24	5	6	7	7	5	5	10	3	6	4	10	7	10	3	10	5	4	10	10	10	10	10	5	5
μ	3.4	2.8	3.3	2.4	2.6	5.0	4.1	2.0	4.3	2.9	3.6	3.9	3.9	2.6	4.1	5.9	4.4	5.1	5.0	5.0	4.4	3.6	4.8	3.0
σ	2.00	2.25	1.75	2.56	1.69	1.31	2.90	1.51	2.25	2.10	3.62	2.64	3.48	1.06	3.76	2.75	2.07	3.68	3.82	3.07	2.72	3.25	1.75	1.85

Tous

	1	2	3	5	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29
μ	4.1	3.8	4.1	3.4	2.8	5.6	4.2	2.9	4.7	4.0	3.2	3.5	5.4	3.6	4.4	6.1	5.2	5.4	5.9	6.3	4.5	4.4	5.1	3.7
σ	1.53	2.09	1.60	2.31	1.88	3.01	2.48	2.38	2.40	2.15	2.36	2.16	2.86	1.84	3.08	2.53	2.14	2.81	3.17	2.86	2.74	2.88	2.33	2.27

ANNEXE K — DONNÉES RECUEILLIES LORS DES DISCUSSIONS

1. Questions sur l'expérience globale

Participants	Observations/Verbatim
Groupe 1 1 et 4	<p>Elles ont éprouvé des difficultés de tout genre : les mods se cliquent mal et se perdent facilement, le bracelet n'est pas confortable et fait mal, les mods sont trop sensibles et déclenchent des hacks aléatoirement, les patrons lumineux sont trop rapides, ça prendrait un bouton pour rejouer, etc.</p> <p><i>It's frustrating... there is so much potential but I was not able to do it... A few people noticed and said that it's ugly (the band)... not sure that removing the mods is of any use... can do it with the cloud... no purpose of doing something physical (exchange) that goes into the cloud... if there is no time (watch), it defeats the purpose... Rolex has a watch that does time and light patterns.</i></p>
2 et 6	<p>Elles étaient déçues : c'est trop compliqué et auraient souhaité que ça fonctionne mieux. Ça demande beaucoup de programmation et elles ont dû reprogrammer quelque fois parce qu'elles perdaient leur configuration. Le bracelet de P2 a physiquement brisé.</p> <p><i>When it works and you get notification it's nice but you need to do a lot of programming... Wish I could do more but I got to a point where I don't know what I could do with it... I was worried about crossing my arms, I was worried that it could start a hack like play music during the class... I tried to do too many light patterns and got lost... but they are nice (light) and there is something that could be done but for a very specific need... for disabilities... kids and elderly... I wish it could give time... I don't see the point of having 5 buttons... not very useful... but could be for games...</i></p>
3 et 7	<p>Ils ont beaucoup expérimenté et se sont rendus jusqu'au pont avec la plateforme IFTTT, mais n'ont pas vraiment trouvé ce qu'ils pouvaient en faire. Ils ont rencontré des problèmes occasionnant de la frustration : la vibration n'a pas fonctionné à certains moments (ou ne la percevaient pas), s'éloigner du téléphone arrête complètement le bracelet de fonctionner et exige de se reconnecter souvent, les hacks s'activaient par eux-mêmes de façon aléatoire sans les toucher, etc.</p> <p><i>It's new and interesting... the app is laggy, buggy and the band too... the buttons were too sensitive... the battery life is good and it charges fast... would be good if it tells me time... 5 is a good number (5 buttons, 5 friends) ... it's nice for the colors, notifications...</i></p>
5 et 8	<p>Ils sont partagés : c'est utile pour ne pas avoir à regarder l'écran du téléphone et tu n'as pas besoin d'arrêter ce que tu es en train de faire. Par contre, ça prend beaucoup de temps à configurer pour que ce soit vraiment utile. Les hacks s'activaient tout seul parce que les boutons sont trop sensibles et ils ne pouvaient pas l'arrêter ou le canceler. L'un d'eux a eu un bogue où les notifications ne voulaient plus s'arrêter sur le bracelet.</p> <p><i>A bit disappointed... the app crashed... the band is too tight... I like the music controller but I prefer to use the remote controller on my earbuds...</i></p>
Groupe 2 11 et 12	<p>Ils ne l'ont pas utilisé beaucoup puisqu'ils ont rencontré beaucoup de bogues. Les notifications ne rentraient pas alors qu'elles entraient sur le téléphone. Parce que la mémorisation était difficile, ils préfèrent utiliser le texte (affichage écran) plutôt que la lumière. Ils auraient aimé que les bracelets puissent servir à communiquer entre eux, i.e., envoyer des messages codés par les patrons lumineux.</p> <p><i>I understood everything... it's easy... it's pretty bad (too much bugs)... I tried to transfer content on a mod but I could not remember on which one... It's hard to remember everything... the colors, the position... I just remembered the music controller... it's difficult to remember everything...</i></p>
9 et 16	<p>Elles se sont senties dépassées : c'est compliqué et ça fait trop de choses. C'est plus facile d'utiliser le téléphone. Elles n'ont pas vu l'utilité de contrôler la musique à distance, elles ont déjà autre chose qui peut le faire. IFTTT aurait été une option intéressante, mais comme elles ne possèdent pas d'objet connecté supporté, ça limite beaucoup. C'est un bracelet très peu esthétique et pas à la mode : cibler les adolescents seraient une erreur puisque ça pourrait devenir une mauvaise blague sur les réseaux sociaux.</p> <p><i>I did not use 80 % that was in there... the alarm is not reliable... it was crashing a lot... it's not counting my steps... it was difficult to recall what does the red means... it trains your memory... it's like a brain training... there is no reason why learning a pattern otherwise... you need a better motivation to learn the patterns, like a game... Fitness part could be useful... I don't think that was that cool... but I did enjoy setting it up, creating functions yourself, it's interesting but there has to be more options... the customizability is cool.</i></p>

13 et 14	<p>Ils étaient frustrés et déçus de l'expérience puisque ça ne fonctionnait pas 70 % du temps. Ce qui fait en sorte qu'ils ne sentent pas qu'ils ont pu explorer suffisamment, ne savent pas vraiment à quoi ça sert et ce que ça peut faire. Lorsque ça fonctionnait, ils ont eu quelques belles épiphanies.</p> <p><i>I want things to adapt to me... it kept shutting on me, the thing erased stuff on me... I just want something to follow me. It took 4 days to figuring out how to keep it alive, I'll be chocking someone out! Too plastic, not flexible. I feel like a prisoner. At the beginning, it was frustrating. But I love challenge... Overall it started at 2 and got up to 7. It leaves you wanting more. The charger kept falling off. The battery doesn't last long.</i></p>
10 et 15	<p>Dans l'ensemble, l'expérience était peu conviviale, peu fiable et très peu confortable.</p> <p><i>It was a lot of work...! To sum it up: not that user friendly. It should provide a user manual. It's kind of overwhelming. I tried to do a controller to control the music. Didn't work. I tried to make some hacks - but they are very limited. It's not stuff that was useful. Didn't know what to tell them (the purpose) when people were asking about the band. The app would crash all the time. Or it fell asleep. It was not responsive. I couldn't use that much, and there was that comfort factor as well. Super uncomfortable to wear. I found it bulky, and it didn't look very masculine. Very hard to differentiate the patterns (light or vibration) ... could not make the difference. By the time you see it it's over. Would be cool to talk into it as a Walkie-Talkie. You press a button and it links to you.</i></p>
Groupe 3 18 et 20	<p>Ces participants étaient complètement désengagés de la conversation. Ils ont manifesté tant verbalement que dans leur langage non verbal un désintéressement complet pour le Nex.</p> <p><i>Nothing to say... nothing exciting. You must reconnect every morning. Hard plastic. Did set up the music loud music start playing could stop it. What is the goal? It's confusing. You don't see the light patterns completely; you miss part of it. Do some people like it?</i></p>
17, 21 et 22	<p>Ces participants n'ont pas eu beaucoup d'agrément avec le Nex : ils ont perdu des mods, se sont fait taquiner sur le look et étaient incapable d'identifier ou expliquer l'utilité du bracelet. Ils auraient préféré plus d'autonomie grâce à la reconnaissance vocale et un écouteur, pour ne pas avoir à sortir le téléphone.</p> <p><i>Unmemorable. Sort of unpleasant. Boring. I got teased House arrest (a prisoner). Hard to explain what it was... trying to explain to my friend... The conversation was exciting but at the end of the day I was not able to explain what it is. It's a notification band. Not a fitness band. Even there, it's easier to get notifications on the phone. I still have to get my phone! If at least it would give me time... There is so much stuff they could do - they completely missed out, like the GPS. Mods fall off easily. Wasn't super pleasant. Additional mods should be provided in case of lost. I'm questioning the durability... It does look sleek and simple (app). However, the use... things are misplaced, it's hard to navigate. Search app that are not on the phone, but you can add them (for notifications) anyway: that's confusing. You keep pressing the wrong button. Keep crashing. Sometimes it deactivates. It should sync.</i></p>
19	<p>D'après ce participant, tout est à changer.</p> <p><i>I would change everything about it. Unpleasant to wear. Forget the mods, forget the bracelet. Softer for the wrist. I understand the mods, but you don't need the bracelet to do that. I loved the music part (control). Lost two mods, found them back. I know you can set privacy settings, but.... Make it simple, user friendly. Hack not working; delays too long. Positive experience? Music part. Not having to go the phone.</i></p>
23 et 24	<p>Ces participants ont trouvé l'expérience difficile, surtout avec l'application, mais dans l'ensemble elles y voyaient du potentiel : c'est « cool » et pour les jeunes adolescents.</p> <p><i>The app drove me crazy. I work in IT, it's not that I don't know how. Last week I was confused. Looked at it as a fitness device. But when you understand what it's for, it's pretty cool. Ideal if you use your phone all the time. But I'd like to see more fitness stuff. For teenagers, it's pretty cool... My daughter is 13 years old and said "this is the coolest thing ever". She was going ballistic on this thing, completely crazy. For her, the light thing was very cool. We need to make it prettier. Kids don't mind about the look. But for me, to wear it every day, it should be fancier.</i></p>

2. Questions sur les fonctionnalités : la plus ou moins aimée, utilisée, etc.

Participants	Observations/Verbatim
Groupe 1 1 et 4	Elles n'ont pas utilisé le partage de contenu sur un mod. Elles auraient souhaité contrôler plus de choses, avec les hacks, mais ça ne fonctionnait pas très bien.

	<i>Notifications because it's the only one that worked. Should do more things like the Fitbit which has a (real) fitness tracking...</i>
2 et 6	<p>Ce qu'ils ont préféré c'est de contrôler la musique. Ils n'ont pas utilisé le suivi de l'activité et l'échange de mods qu'ils trouvent inutile. Ils auraient aimé pouvoir utiliser le bracelet comme chronomètre.</p> <p><i>I assigned a double tap for music. It should do more things like the music controller. Did not use the steps (counter). Lot of things I did not understand... I really tried the IFTTT thing but did not work. The 5 mods thing, it's not useful.</i></p>
3 et 7	<p>Le plus aimé ou utilisé était les hacks. Ils aimeraient voir l'heure et utiliserait le bracelet en guise de contrôleur de jeu.</p> <p><i>I assigned a hack to each mod, actually. Trading mods, did not do it, it fell off, almost lost it. Too easy to lose. It could be a color game like guitar hero, like a game controller for the phone.</i></p>
5 et 8	<p>Ce qui manque c'est une version plus facile avec plus de guidage et des préréglages.</p> <p><i>I like more notifications and light patterns. The sound controller is useless. Don't see the point. Can be rude or annoying. There should be an easy version with choices coming from questions, like a tutorial.</i></p>
Groupe 2 11 et 12	<p>Ils n'ont pas partagé de contenu sur les mods. Ils aimeraient que ce soit résistant à l'eau et pouvoir contrôler davantage de chose que juste la musique.</p> <p><i>The music controller, but it worked 3 times out of 6.</i></p>
9 et 16	<p>Ils ont apprécié et utilisé les contrôleurs (hacks) et moins les notifications. Ils manqueraient la possibilité d'envoyer des messages sous forme de lumière.</p> <p><i>I don't use social media that much. It could send text. Could be more fun with a brain game, help to improve your memory. Pre-sets instead of customizing all of it because it can be daunting.</i></p>
13 et 14	<p>Ils ont aimé le contrôleur de musique, mais sentent que c'est très limitatif. Il y a plusieurs choses qu'ils n'ont pas utilisé ou pas aimé. Ils manqueraient la reconnaissance vocale et une caméra pour être vraiment utile.</p> <p><i>But honestly it was very limited. Light patterns without vibration is pointless.</i></p>
10 et 15	<p>Ils ont préféré s'en servir pour le suivi d'activité et les notifications, mais celles-ci peuvent être dérangeantes au travail. Ce qui manquerait c'est de pouvoir parler dedans comme un émetteur-récepteur.</p> <p><i>It's way less productive at work because of notifications. I didn't want to sign up to a third party. A lot of the hacks were limited in what they allow you to do.</i></p>
Groupe 3 18 et 20	<p>Ils voudraient répondre au téléphone avec le bracelet comme pour l'Apple Watch.</p> <p><i>Why would I put a picture on a mod to exchange it when I can just share with my phone?</i></p>
17, 21 et 22	N/A
19	<i>The inner circle it's way too complicated... forget about it.</i>
23 et 24	Ce qu'il manquerait est de pouvoir contrôler la vidéo ou prendre une photo à distance.

3. Questions sur l'absence d'écran, les patrons lumineux et vibrotactiles

Participants	Observations/Verbatim
Groupe 1 1 et 4	<p>Il y a trop de différence entre les patrons, par exemple, Facebook d'un ami versus Facebook de toute le monde. Il faudrait que Facebook soit toujours pareille et juste introduire l'ami avec une lumière différente avant ou après le patron Facebook, comme une phrase. Elles ont préféré créer leurs propres patrons lumineux plutôt que ceux par défaut, mais ont eu un problème d'utilisabilité avec l'écran de création. Elles aimeraient utiliser un patron lumineux en boucle pour aller dans un festival ou une fête, pour le garder allumé pendant la durée de l'évènement.</p> <p><i>Don't mind there is no screen... If there is no time, it defeats the purpose. I love the light patterns but if I miss it... I would add more time or a vibration pour avoir le temps de le voir. There is no save button, all you can do is go back, but then did it save? Light patterns you could wear for festival.</i></p>

2 et 6	<i>I don't feel it's such a bad thing that there is no writing (on a screen). How to configure it is the tough part. I wish it could give time. Not bad (light patterns) but distracting. It gets you go check your phone. It adds more notifications. Emojis were fun. I used "crawling" and emojis. I preferred fluid pattern, it was nicer. I choose based on the length, longer is better to recognize it. Too many colors can be confusing. Customs made were nicer. Assigning to a friend is not a great thing. In the app, I don't see why you choose 5 friends. Having a specific one for the text messages would make more sense. Much more about function than friends.</i>
3 et 7	L'absence d'écran n'est pas grave si ça donne l'heure. <i>Notifications were good when it worked... I want a delay between the vibration and the light, I don't have time to look at it. The place to create your own pattern, you should make it easier, it's not easy.</i>
5 et 8	L'écran n'est pas nécessaire, mais il devrait y avoir davantage de rétroaction sur ce qui a été fait ou sur ce que l'on vient de faire lors de l'activation d'un hack. <i>Did not bother me but would be good if it tells the time. When you are focused, lights are ok. It's easy to understand, it's intuitive, for knowing who exactly wrote to me. I couldn't change the color. The names for the light patterns sound weird. I could not recall the name. I pick based on the rhythm/pace. I like light patterns to flash slowly.</i>
Groupe 2 11 et 12	L'absence d'écran représentait un effort mental de mémorisation et ils n'ont donc pas beaucoup utilisé les notifications. <i>Hard to remember everything, the colors, the position. Not bad, but difficult to remember. I prefer letters than colors. Maybe there should be letters on the mod? I like the blue and yellow, Facebook and Snapchat. I used the color from each app. No, I did not created custom one.</i>
9 et 16	L'absence d'écran n'est pas utile si ça reproduit ce que fait le téléphone. <i>Input control it's good but when it has to do with your phone, it's not useful. I did not use any of them. Easier to remember should be the key... it needs patterns easier to recall. I did not create any pattern.</i>
13 et 14	L'absence d'écran n'est pas grave si ça donne l'heure. Mais les notifications ne marchaient pas tout le temps, ce n'est pas fiable. Ils auraient aimé pouvoir rejouer la notification : ils n'ont pas vu où dans l'app. <i>Did not bother me but would be good if it tells the time. Lights are difficult to remember. If it's too short, it's useless. There is so many notification, you lose track. It needs time to start to remember... a month or two? I created my own, I had fun with it. Because it's easier to remember.</i>
10 et 15	Ils préféreraient avoir un écran. Ça prendrait au moins des lettres ou un repère visuel sur les mods. Ils ont tenté de créer des patrons, ils ont eu du mal à comprendre l'éditeur. <i>I just want a screen. I used the "glitter" one. I tried to create one, but did not succeed. It's a very confusing app. I could not put the color in the circles. Why would I want to use light patterns? Maybe if I was ten!</i>
Groupe 3 18 et 20	<i>It's confusing. You don't see the light patterns completely, you miss part of it. Do some people like it? My 3 and 6 years old kids loved it. For the lights. But I was worried they could hurt themselves if it breaks. It is so hard (plastic). You don't catch the full pattern. Lights arrived too late after receiving a text message on my phone (delayed). All vibrations felt the same.</i>
17, 21 et 22	Ils n'ont pas créé de patrons. C'est difficile à se rappeler.
19	Il veut un écran. Il ne se rappelle pas s'il a créé un patron ou non. <i>I want a screen on it. Lights for notifications is good. It could work with a screen. I used the red, green and blue (by default - phone call, text message and Facebook).</i>
23 et 24	Elles ont eu du mal à utiliser l'application pour créer les patrons et sont donc restés avec les patrons par défaut qui durent 1500 ms. Conséquemment, c'est trop rapide. <i>I stayed with the default patterns. I really had a hard time using the app. Lights are too fast.</i>

4. Questions sur les cinq boutons programmables et les routines (*hack*)

Participants	Observations/Verbatim
Groupe 1 1 et 4	<i>I have not used it a lot actually... I explored, but did not find anything that would be useful to me. I've used the music controller but that's about it. I'm looking forward to make IFTTT works.</i>
2 et 6	<i>I don't see the points of having 5 buttons. Not really useful. It could be a game. I did the music controller and a hack for calorie burned. Not much. You should start adding devices that are not on the phone, like a smart TV, since you are using Bluetooth anyway...</i>
3 et 7	<i>Ils n'ont pas créé de hack parce qu'ils ne savent pas comment ça fonctionne. 5 is good number. More than 5 would be too much. It's pretty easy to use but "laggy". Sometimes, it's a bit confusing, the when + do thing. I don't understand the IFTTT.</i>
5 et 8	<i>Is there a home button? How can you leave a hack quickly such as music controller? Hacks are not a good thing. A hack is something bad a programmer would do. You need to spend time on it. You can't get out of the music controller right away - same for the same controller. Tried IFTTT to open the garage door. If you are opening your garage door by accident when you are downtown... oops! IFTTT not working, confusing. I don't see the point of it because I am just used to go to my phone and do it. But to control Bluetooth humidifier or garage door, yes.</i>
Groupe 2 11 et 12	<i>L'un d'eux a utilisé un hack pour recevoir une alarme lorsque son équipe de soccer compte un but. L'autre a utilisé seulement le contrôleur de musique. I've seen other things (in hacks) but I have not seen utility for me.</i>
9 et 16	<i>It's good for the tactile aspect. It's really easy, not too sensitive, it's sensitive enough but what is the purpose of it? I tried to do the music controller thing but made mistake, it's difficult to change, to stop... there is so much you can do, but...</i>
13 et 14	<i>L'un n'a pas exploré IFTTT mais l'autre oui, et il a beaucoup apprécié. It's OK, the music controller, but then, I used my headphones controller instead. I had a hard time because I did not know what I was doing. IFTTT is amazing! I posted 14 emails in one day, and the day after... but no feedback such as "email sent".</i>
10 et 15	<i>Ils étaient confus entre les contrôleurs et les hacks. Ils cherchaient à faire un contrôleur (geste) dans les hacks. Les contrôleurs devraient être dans les hacks, comme option dans les conditions When. I could get used to it if I could use it more. I was afraid that it sends it by accident because it is so sensitive. Hacks were very limited with what I could actually do. Creating a hack: I found it confusing. It would light up (activate) when it touches your clothes (too sensitive).</i>
Groupe 3 18 et 20	<i>It's confusing and inconvenient. I did not know how to stop the music once it started.</i>
17, 21 et 22	<i>I didn't use it. Only the music controller, it was pretty OK. It's fast enough.</i>
19	<i>It's pointless.</i>
23 et 24	<i>I programmed a mod but it never does what we designed it to do.</i>

5. Questions sur le bracelet : confort, ajustement, apparence, etc.

Participants	Observations/Verbatim
Groupe 1 1 et 4	<i>Not comfortable. It hurts. Fitbit has a very flexible band. I feel that I will break this part every time I put it on. It would be better if thinner and no need to remove the mods, with the lights more on the side. This is not fashionable.</i>

2 et 6	<i>It broke after 2 days. It's too hard (rigid). The small was too tight. Not to most comfortable. It's not very nice. It's large and disturbing. Looks imposing, could be thinner and easier to open (clasp). I don't understand the mods, it's easy to lose. With different shapes, like Pandora, could be nicer.</i>
3 et 7	<i>Mine was too lose and big. The first 2 days were horrible. Hard to put on, almost impossible to close. Should be adjustable. I work in a nice restaurant and my boss asked me to remove it. The claps is hard to open and close.</i>
5 et 8	<i>It's too tight, even the large one. It's more a bracelet than a band. I like that it moves on my wrist but it could be annoying. In winter, with the coat, it's bulky. Too hard, too rigid. Some movement made the band fit tighter, I felt constrained in my moves. What is the point of collecting mods anyway?</i>
Groupe 2 11 et 12	<i>Problem with the coat, it's too big. You can see it from far away, not discreet. It's weird. A friend told me it's like a prison bracelet (handcuff). It should be flexible. Honestly, I don't see any use in buying mods unless one is broken.</i>
9 et 16	<i>I did not wear it much... no point having it on my wrist. Not useful and this is not cute. It was ugly. It's clunky and in the way when you write. It needs to be more flexible. More like the Fitbit. Tighter and more flexible. I would like it to be more discreet. Smaller would be great. Remind me of Pokémon cards, could be really cool (mods). For a younger age.</i>
13 et 14	<i>I don't like the size. I don't like the material. At one point, I thought it was about to break on my wrist. Should be less rigid, more flexible. Mods were popping out. It flew off in the metro. It's too big. Other people seeing it were puzzled: "Does it give you electric shock?" I enjoy simplicity... should be smaller, thinner, and I would not change the mods. I would rather pick a look at first and not change it after, if it does not look like a charm bracelet. The fit is not good.</i>
10 et 15	<i>You should target this for little kids. To be honest, it's very big, I would not wear it every day. I'm not a fan. The size is just too big. Should be very thin. Customizing it, yes, but collecting, not sure to know what it means.</i>
Groupe 3 18 et 20	<i>Hard plastic. Not comfortable.</i>
17, 21 et 22	<i>Mods fell off. Look like house arrest. I don't see myself wearing this.</i>
19	<i>Unpleasant to wear. I would change everything about it.</i>
23 et 24	<i>To wear it every day, it would have to be prettier, fancier.</i>

6. Questions sur l'application et la convivialité

Participants	Observations/Verbatim
Groupe 1 1 et 4	<i>Not user-friendly. I don't understand why a hack has to be in a mod. It looks good (user interface) but it is not very functional. You have to set too much things that should be already set. A tutorial would be very useful. Navigation itself, it's not easy to navigate the app. Apple is not the right platform, it's more an Android thing because you need to customize.</i>
2 et 6	<i>It needs a web page for explanation, or a tutorial. Need cues like "hey, you could do this or that".</i>
3 et 7	<i>The look is decent. At first, I thought it was complicated. But it is good. The app could have less buttons, there are too many ways of doing the same thing. The When + Do could be on the home screen.</i>
5 et 8	<i>It's too cluttered. C'est le bordel. There is an information button (i) when you click on the mod menu. Put more of these elsewhere.</i>
Groupe 2 11 et 12	<i>Looks good. Yes, easy to use.</i>
9 et 16	<i>It's a bit forgettable. It's straightforward. The inner friend thing could be clearer, like "add a friend, do this, do that". Like giving more a pre-setup thing, even if it's all explaining to you. You need to point to</i>

	<i>what it can do. Should be clearer what you will get out of it, need to get a reward or motivation, know the "why".</i>
13 et 14	<i>I don't mind. It's pretty unique, when you get into it it's a lot. This device does not seem like an Apple device. It seems like an Android device. You can configure everything. I want things to adjust to me. Would be good to have an introduction to what the app can do. Encouragement to do this or that. You don't know what you don't know. This is how I feel about the construction of the app. It doesn't tell you what it can do. There is too much. Less decision. I want less options.</i>
10 et 15	<i>Visual OK. It's not a very clear app. There is a lot of "clicks here and it will bring you there". More concise so you don't have to push a million buttons to do something. Needs a how-to guide. A video. Instead of going in a mod, it should be a control center where you create all that and you don't go back and forth a million times.</i>
Groupe 3 18 et 20	<i>Instructions more detailed, how to add a person, do this, to add a light pattern, do that... There are too many steps for one thing. People don't really use manual.</i>
17, 21 et 22	<i>You can search app that are not on the phone, but you can add them anyway: that's confusing! You should be able to choose apps on the phone only.</i>
19	<i>I would start from zero.</i>
23 et 24	<i>I really had a hard time using the app. It's tricky.</i>